BEHANDLUNG UND ERGEBNISSE DER FRISCHEN OFFENEN SCHAFTFRAKTUREN AN DER OBEREN UND UNTEREN EXTREMITÄT

Lothar Meier

1967

Aus der
Chirurgischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

BEHANDLUNG UND ERGEBNISSE DER FRISCHEN OFFENEN SCHAFTFRAKTUREN AN DER OBEREN UND UNTEREN EXTREMITÄT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

L O T H A R M E I E R
aus Lohr a. Main

München 1967

DISSERTATIONSDRUCK -SCHÖN- München 23 · Belgradstraße 11

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München:

Referent: Priv.-Doz. Dr. F. L. Rueff
Korreferent: Prof. Dr. R. Zenker
Dekan: Prof. Dr. F. Holle

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Dezember 1967

MEINEN ELTERN GEWIDMET

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
A.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	6
B.	OFFENE SCHAFTBRÜCHE UND IHRE ENTSTEHUNG	7
C.	ALLGEMEINE BEHANDLUNGSMETHODEN	9
	1. Wundbehandlung	9
	2. Konservative Verfahren	11
	3. Operative Verfahren	12
D.	SPEZIELLE BEHANDLUNG DER FRISCHEN OFFENEN SCHAFTFRAKTUREN	13
	1. Humerusschaftfrakturen	13
	2. Unterarmschaftfrakturen	17
	3. Isolierte Ulnaschaftfrakturen	23
	4. Isolierte Radiusschaftfrakturen	25
	5. Femurschaftfrakturen	27
	6. Unterschenkelschaftfrakturen	32
	7. Isolierte Tibiaschaftfraktur	47
	8. Isolierte Fibulaschaftfraktur	48
E.	EIGENES KRANKENGUT	49
	1. Überblick	50
	2. Behandlung und Ergebnisse der offenen Schaftfrakturen	52
	a) Humerusschaftfrakturen	52
	b) Isolierte Radiusschaftfrakturen	58
	c) Schaftfrakturen von Radius und Ulna	58
	d) Femurschaftfrakturen	66
	e) Isolierte Tibiaschaftfrakturen	74
	f) Isolierte Fibulaschaftfrakturen	80
	g) Schaftfrakturen beider Unterschenkel	80
	h) Schaftbrüche von Tibia und Fibula	81

Seite

F. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE 106

G. ZUSAMMENFASSUNG 116

H. LITERATURVERZEICHNIS 119

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Über die Häufigkeit von offenen Knochenbrüchen belehrt eine Zusammenstellung von BRUNS aus dem Jahre 1886: Von den Frakturen des Unterschenkels sind 17,9, des Vorderarmes 11,6, des Oberschenkels 7 und des Oberarmes 6,6 v.H. mit Wunden versehen. Diese Zahlen liegen heute zweifellos höher, wenn wir berücksichtigen, daß in den letzten Jahren eine ständige Zunahme der Frakturenhäufigkeit beim Menschen im Verhältnis zur Bevölkerungszahl zu beobachten ist. Die Hauptursachen liegen in der Zunahme der Industrialisierung (Betriebsunfälle) sowie der wachsenden Verkehrsdichte mit steigender Unfallziffer. So stieg die Zahl der Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden in Bayern von 32 832 (1951) und 49 244 (1958) auf 57 962 (1960), wie aus den Aufzeichnungen des Bayerischen Statistischen Landesamtes hervorgeht. Bei dieser Entwicklung werden heute gegenüber früher auch Frauen viel häufiger von Frakturen betroffen. So fand WINTERSTEIN von 1899 - 1919 noch ein Frakturenverhältnis von 3 : 1 zwischen Männern und Frauen, während es 1920 mit 4 : 3 schon fast ausgeglichen war. In diesen Zahlen spiegelt sich die zunehmende Exposition der Frau im Beruf und Straßenverkehr.

Dieser Entwicklung wird Rechnung getragen werden müssen durch eine die Komplikationen und Spätschäden senkende Therapie.

Die Aufgabe dieser Untersuchung soll es sein, die Behandlungsergebnisse der frischen offenen Schaftfrakturen der oberen und unteren Extremität bei verschiedenen Behandlungsmethoden, nämlich bei konservativer Therapie sowie primär und sekundär durchgeführten Osteosynthesen einschließlich der AO-Druckosteosynthesen an Hand des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik München vom 1.1.1960 - 31.6.1965 und der Literatur zu vergleichen.

B. OFFENE SCHAFTBRÜCHE UND IHRE ENTSTEHUNG

Einleitend sei gesagt, daß über den Begriff "offene" und "komplizierte" Fraktur verschiedene Anschauungen bestehen. SCHMITT bezeichnet jeden Knochenbruch, bei dem der Bruchspalt mit der Außenwelt in Verbindung steht, als offene Fraktur und stellt dem die geschlossene Fraktur mit erhaltener Weichteildecke gegenüber. "Es ist nicht zweckmäßig, von komplizierten (offenen) und unkomplizierten (geschlossenen) Frakturen zu sprechen." MATTI verwendet den Begriff "kompliziert" nur für diejenigen Frakturen, bei denen zugleich wichtige Organe wie Nerven und Gefäße mitverletzt sind; ansonsten spricht er von "offenen" Frakturen. Dagegen kommt nach MÖRL der Begriff "kompliziert" nur den offenen Knochenbrüchen zu. Es sei falsch und verwirrend, wenn die Bezeichnung "kompliziert" auch für geschlossene Brüche angewandt wird, auch wenn sie ihrer Gestaltung oder den Schwierigkeiten der Behandlung entsprechend als schwer anzusehen sind. GULEKE, ORATOR, LAUBER und STUDEMEISTER weisen darauf hin, daß alle Knochenbrüche mit gleichzeitig gesetzten Wunden im Frakturbereich wie offene Frakturen zu bewerten sind - und dies ist wohl das Entscheidende für die Behandlung.

Den Mechanismus der Gewalteinwirkung berücksichtigt die Unterscheidung von direkt und indirekt offenen Knochenbrüchen.

Die Mehrzahl der offenen Knochenbrüche, besonders am Unterschenkel, entsteht durch eine l o k a l am Knochen angreifende Gewalt, wodurch es zur Entstehung einer Wunde und eines Knochenbruches kommt. Man spricht dann von einem d i r e k t o f f e n e n Bruch, wobei zuerst die Wunde gesetzt wird und dann erst der Knochen bricht.

Die i n d i r e k t o f f e n e n Brüche, wie sie häufig am Unterarm zu beobachten sind, entstehen durch eine am g a n z e n Knochen wirkende Kraft oder sie wird über mehrere Knochen fortgeleitet und der Bruch erfolgt erst an der Stelle des geringsten Widerstandes. Dabei kommt es zuerst zu einem Bruch des Knochens und erst sekundär durch Durchspießen eines Knochenfragments durch die Haut zur Entstehung einer Wunde.

Diese Einteilung in direkt und indirekt offene Brüche hat auch eine praktische Bedeutung, da daraus auf die Art, die Größe und den Sitz der Wunde geschlossen werden kann. Man kann daraus sowohl auf die Wucht des Traumas, auf die Schädigung des Knochens und die Bruchform als auch auf das Ausmaß der Weichteilschädigung praktisch bedeutungsvolle Schlüsse ziehen.

Besonders wichtig erscheinen die daraus möglichen Schlüsse auf die Traumatisierung der Wundränder und der die Wunde umgebenden Hautanteile, denn es wird die Prognose der Wundheilung und damit auch indirekt der Knochenbruchheilung wesentlich von der Durchblutung der Wunde und deren Umgebung abhängig sein. (MÖRL, ZRUBECKY, BÖHLER u.a.) Bei den indirekt offenen Brüchen wird die Umgebung der Wunde nicht gequetscht und somit die Durchblutung nicht gestört sein. Anders verhält es sich bei den direkt offenen Frakturen, wenn das zum Knochenbruch führende Trauma zuerst die Kontinuität der Haut durchtrennt. In diesem Fall wird nicht nur die Wunde größer und ausgedehnter sein, sondern wird auch unregelmäßige und gequetschte Wundränder zeigen. Damit ist auch die Durchblutung und die Wundheilung gefährdet. (MÖRL, ZRUBECKY, BÖHLER und BLOCK)

Beim offenen Knochenbruch kommt es naturgemäß zum Abfluß des Frakturhämatoms. Der Bluterguß ist aber für die Kallusbildung sehr wichtig, so daß offene Frakturen meist langsamer fest werden. (BIER)

Die Heilungsdauer frischer offener Schaftfrakturen ist von mehreren Faktoren abhängig: Dem Alter des Verletzten, der Schwere des Traumas, der Art und dem Ort der Fraktur, Nebenverletzungen und der Behandlungsart sowie der Wundheilung.

C. ALLGEMEINE BEHANDLUNGSMETHODEN

Der offene Schaftbruch ist in erster Linie Wunde und damit infektbedroht. Die Verhütung einer lebensbedrohlichen Infektion und Bekämpfung eines evtl. bestehenden Schocks stehen daher zunächst im Mittelpunkt, die Frakturbehandlung folgt erst in zweiter Linie. Grundsätzlich muß angestrebt werden, die frische offene, infektbedrohte Fraktur durch primäre Wundexcision und spannungsfreie Naht in eine geschlossene und damit infektgesicherte Fraktur zu verwandeln. Eine Deckung des Knochens mit Weichteilen ist absolut notwendig. Gegebenenfalls sind Entlastungsschnitte (Débridement) fern der Fraktur und Hautplastiken vorzunehmen. Evtl. Gefäß- und Nervenverletzungen verlangen entsprechende Versorgung. Von den tiefsten Stellen der Wundhöhle aus erfolgt bei großen Wunden, wenn möglich, Saugdrainage (z.B. Redon). Die Reposition soll in den ersten Stunden vorgenommen werden. Anschließende absolute Ruhigstellung der Bruchstücke ist für eine störungsfreie Wundheilung unerläßlich. Gleichzeitig wird dadurch dem Ausbruch einer Infektion entgegengewirkt.

Die Frakturbehandlung hat die Aufgabe, möglichst schnell die möglichst vollkommene anatomische und funktionelle Wiederherstellung des verletzten Gliedes unter Vermeidung trophischer Weichteilschäden zu erzielen.

Bei einer Fraktur kommt es sehr häufig zu einer Verschiebung der Fragmente gegeneinander. Zur Erzielung eines guten anatomischen Ergebnisses und zur Vermeidung sekundärer Gelenkschäden müssen die dislozierten Bruchstücke möglichst genau eingerichtet werden. Die Fixierung der Fragmente in der reponierten Lage ist bis zur Konsolidierung der Fraktur nötig.

Die Grundsätze der Knochenbruchbehandlung lassen sich in drei Worten ausdrücken:

Einrichten!
Festhalten!
Üben!

Die R e p o s i t i o n sollte sobald als möglich erfolgen. Die Bruchstücke können bei der primären Wundversorgung blutig gestellt werden. Voraussetzung ist die vollkommene Schmerzausschaltung und damit die Beseitigung des Muskelkrampfes. Unter Zug und Gegenzug wird die Verkürzung aufgehoben, durch entsprechenden direkten Druck eine seitliche Verschiebung oder Knickung ausgeglichen. BÖHLER betont, daß die ungünstigste aller Verschiebungen die Distraktion der Bruchfragmente ist. Sie soll möglichst sofort beseitigt werden, da sonst eine Heilungsverzögerung eintritt. Für manche Frakturen ist die Einrichtung im "Schraubenzugapparat" von BÖHLER erforderlich. Bei der Reposition gilt die Regel, daß der Längszug am peripheren Fragment in der Achse des zentralen Fragmentes erfolgen muß. Um sich von der guten Frakturstellung zu überzeugen, ist nach der Reposition unbedingt Röntgenkontrolle in zwei Ebenen notwendig.

Schwieriger als die Reposition ist häufig die F i x a t i o n in der reponierten Stellung. Der dauernde Muskelzug und die Schwerkraft können nach dem Einrichten besonders

bei schrägen und queren Bruchflächen erneut Verschiebung verursachen. Dies bedeutet eine Gefährdung der Wundheilung.

Die Art der Reposition und der Fixierung des Bruches hängt von der Größe und Schwere der Weichteilverletzung sowie dem betroffenen Extremitätenabschnitt ab. Die Retention kann durch fixierende Verbände, durch Dauerzugbehandlung oder operative Maßnahmen erreicht werden.

1852 brachte der holländische Militärarzt Mathysen den im Orient schon lange bekannten G i p s v e r b a n d nach Europa. Er wird bei offenen Schaftfrakturen als Gipslonguette bzw. Gipslonguettenverband - besonders im Bereich der oberen Extremität in Form von Doppel- oder U-Schienen - als gefensterter Gipsverband oder - bei größeren Wunden - als Brückengipsverband angewandt. Um Drucknekrosen zu vermeiden, werden die vorspringenden, nicht durch Weichteile geschützten Stellen gepolstert. Bei frischen Frakturen darf ein circulärer Gipsverband nur angelegt werden, wenn er der Länge nach sofort "bis auf den letzten Faden" gespalten wird (BÖHLER), um die Gefahr von Durchblutungsstörungen durch Zunahme der Weichteilschwellung zu vermeiden.

Der Gipsverband allein kann eine Verkürzung nicht verhindern, deshalb wird bei Frakturen, die zu Verkürzung neigen, der Streck- oder E x t e n s i o n s verband vorgezogen oder mit dem Gipsverband kombiniert.

VOLKMANN (1865) und BARDENHEUER (1890) haben den Heftpflasterextensionsverband für Knochenbrüche in Streckstellung der Gelenke angegeben. 1905 verlangte ZUPPINGER die Extension in Semiflexion der Gelenke. Von CODIVILLA (1903) und STEINMANN (1907) stammt die unmittelbar am Knochen angreifende Extension, von KLAPP (1913) die Drahtextension;

die Einführung des rotierenden Drahtes mit Spannbügel von KIRSCHNER (1927). Sie ist die noch heute übliche Art der Drahtextension.

Die o p e r a t i v e Methode hat in letzter Zeit einen gewaltigen Aufschwung erfahren; dies ist nicht nur auf eine wesentliche Verbesserung der operativen Technik, sondern auch auf die Schaffung günstiger und gewebefreundlicher Hilfsmittel zurückzuführen. Auch genauere Einblicke in die Biomechanik der Knochenbrüche und in die Heilungsvorgänge sowie die Anpassung der Methodik der Osteosynthese an diese Bedingungen erwiesen sich als sehr fruchtbar. Die fast völlige Ausschaltung der Infektionsgefahr mit Hilfe der Antibiotica trug zu dieser Entwicklung bei.

Zunächst kann eine frische offene Schaftfraktur operativ versorgt werden, wenn die konservative Knochenbruchbehandlung versagt. Bei manchen Bruchformen hat sich die operative Versorgung als Methode der Wahl allgemein durchgesetzt. Es kommen folgende Methoden zur Anwendung: Knochennaht, Umschlingen von Knochenfragmenten mit Draht oder Supramid, Marknagelung nach KÜNTSCHER - sie kann offen oder geschlossen durchgeführt werden - oder nach HERZOG, Markstiftung nach RUSH und Markschienung nach KIRSCHNER sowie primär stabile Druckosteosynthese durch direkte Verschraubung der Fragmente oder Verschraubung über eine Metallplatte nach den Prinzipien der Schweizer "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese", kurz "AO" genannt (MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER u.a.).

Sämtliche Osteosynthesen können mit der primären Wundversorgung oder sekundär nach Abheilung der Wunde durchgeführt werden.

Zusammenfassend besteht das endgültige therapeutische Bestreben bei frischen offenen Schaftfrakturen in dem Problem der Infektionsverhütung sowie ungestörter Wund- und Frakturheilung mit bestmöglichen Ergebnissen. Die ideale Methode muß darauf hinausgehen, beide Forderungen gleichzeitig zu erfüllen. Darin gehen die Meinungen auseinander.

D. SPEZIELLE BEHANDLUNG DER OFFENEN SCHAFTFRAKTUREN

1. Frische offene Humerusschaftfrakturen

Die offenen Humerusschaftfrakturen können durch direkte (Biegungs- und Trümmerbrüche) und durch indirekte Gewalteinwirkung (Spiral- oder Torsionsfrakturen) entstehen. Vom Quer- bis zum Schrägbruch finden sich alle Übergänge. Die Stärke der Dislokation hängt von der Schwere der einwirkenden Gewalt sowie von der Lokalisation der Fraktur und der dadurch möglichen Einwirkung der Muskelgruppen ab (hauptsächlich M. deltoideus und M. triceps).

Die Therapie der offenen Humerusschaftbrüche wird hauptsächlich durch drei Komplikationen erschwert: Radialisparese, Refraktur und Neigung zur Pseudarthrose besonders bei Querfrakturen (DEHNE, UEBERMUTH). Primäre Radialisparesen und Gefäßverletzungen müssen selbstverständlich sofort behandelt werden.

Um eine möglichst konservative Behandlung der offenen Humerusschaftbrüche bemüht sich die Wiener Schule (BÖHLER, EHALT). BÖHLER verwendet mit Vorliebe die von ihm beschriebene U-Schiene bzw. bei Brüchen distal der Mitte den zu-

nächst gespaltenen Oberarmgipsverband. Der Brustarmgipsverband sowie die Drahtextension führen nach BÖHLER's Meinung zu Mißerfolgen, da die Bruchstücke dabei nicht einander genähert, sondern distrahiert werden, was zu verzögerter Kallusbildung und zur Pseudarthrose führt. EHALT gestattet die Extensionsbehandlung nur, wenn bei gleichzeitigem Vorliegen von Rippenbrüchen oder schweren Brustkorbquetschungen das Anlegen einer Abduktionsschiene nicht möglich ist.

Die von EHALT konservativ behandelten 11 offenen Humerusschaftbrüche waren im Durchschnitt in 83,3 Tagen fest. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug 226,3 Tage. Dauerrenten gab es nur in 1 Fall mit mehreren Verletzungen. Bei einer p.p. Heilung in 9 Fällen kam es einmal zur Pseudarthrose. Eine Osteomyelitis trat nicht auf. In über 80% seiner Fälle wurden wieder voll funktionstüchtige Arme erreicht.

LAUBER und STUDEMEISTER aus der Universitätsklinik Marburg erzielten mit konservativer Behandlung bei 21 Fällen 6 sehr gute, 9 gute und 4 befriedigende Ergebnisse; bei 2 Patienten war das Resultat unbefriedigend. Sie erlebten keine Pseudarthrose. Die Dauer des stationären Aufenthaltes betrug im Durchschnitt 68 Tage.

TALKENBERGER behandelte 3 Schaftfrakturen konservativ, 6 operativ, zumeist mit LANE'scher Platte. Dabei lag die durchschnittliche Konsolidierungsdauer bei den konservativ behandelten Fällen bei 52, bei den operativ versorgten Frakturen bei 71 Tagen. Die durchschnittliche Behandlungsdauer belief sich bei den operierten Frakturen auf mehr als die doppelte Zeit im Vergleich zu den konservativ behandelten. Die operierten Fälle waren durch 1 Pseudarthrose sowie 1 sekundäre Amputation wegen schwerer Wundinfek-

tion belastet. Auf Grund dieser Ergebnisse vertritt TALKENBERGER konservatives Vorgehen.

BÜRKLE DE LA CAMP, SEYFARTH, KARITZKY und DEHNE sind weitere Verfechter der konservativen Behandlung. DEHNE berichtet über gute Ergebnisse bei 6 offenen Schaftfrakturen. Bei nicht dislozierten Frakturen wurde der Thoraxabduktionsgips verwandt. Die Dauerextension hält er im Gegensatz zu BÖHLER bei Brüchen für berechtigt, die sich ohne Streckverband nicht in guter Stellung halten lassen, bei denen außerdem ein guter Zugang zur Wundkontrolle oder Wundbehandlung nötig ist. Auf wiederholte Repositionsmanöver, die den N. radialis gefährden, weist DEHNE besonders hin.

Offene Humerusschaftbrüche erfordern zunächst ein operatives Eingreifen, wenn starke Dislokationen vorliegen, interponierte Muskelmassen eine achsengerechte Reposition unmöglich machen oder infolge Callusdruck oder Einklemmung eine Radialislähmung auftritt.

Als Osteosynthesemittel kommen Nägel, Drahtumschlingungen oder das AO-Verfahren in Frage. Die Indikation zur Operation ist besonders bei Quer- und Schrägfrakturen gegeben.

Neben KÖNIG, MATTI und MÖRL treten MÜLLER, M., NEFF und WACHSMUTH für eine primäre Osteosynthese innerhalb der ersten 6 bis 8 Stunden ein. Als Forderung wird jedoch das Erreichen einer absolut stabilen Osteosynthese gestellt; sie ist beim frischen offenen Oberarmbruch das beste Mittel zur Verhütung einer Infektion. Peinliche Aseptik und richtige Technik sowie Beherrschung der Wundversorgung ist unerläßlich. Die Vorteile liegen neben der absoluten Ruhigstellung des Bruchspaltes und der Wunde in der frühzeitigen Mobilisation der Gelenke, was sich gerade am Arm für den Patienten psychisch und funktionell günstig auswirkt.

HÄBLER erlebte unter 16 primär genagelten Brüchen nur 1 Infektion wegen falscher Wundbehandlung. Es wurde offen genagelt. HÄBLER vergleicht seine Ergebnisse mit den konservativ behandelten Fällen EHALTS, wobei er nur die zur Marknagelung geeigneten Fälle auswählte. Dabei schnitten HÄBLERS funktionelle und anatomische Ergebnisse wesentlich besser ab. Auch die Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag bei den genagelten Fällen deutlich niedriger. Im Gegensatz zu EHALT trat keine Pseudarthrose auf. Die Wundheilungsstörungen waren bei beiden Behandlungsmethoden gleich niedrig.

Als besonders günstig erwies sich bei WEYGAND die primäre Marknagelung bei starker Weichteilzertrümmerung am Arm, da durch die innere Schienung die Wundbehandlung sehr erleichtert war. KÜPPERMANN verwendet in solchen Fällen zur primären Osteosynthese knöcherne Nägel, Platten und Schrauben.

Multiple Knochenbrüche an einer Extremität bedeuten für HEIM, MATTI, RIEDER und SCHUHMANN eine weitere Indikation zur primären Marknagelung.

BLOCK, JUNGE, KÜNTSCHER, MATHISEN und OKSNE vermeiden jedes Risiko zu Lasten der Nagelung und nehmen diese erst nach Abheilen der Wunden vor.

BÖHLER und BÜRKLE DE LA CAMP lehnen die Marknagelung am Oberarm ab, da sie - durch die Schwere des Armes bedingt - das Zusammenrücken der Bruchstücke in der Regel verhindert und dadurch die Kallusbildung gehemmt wird.

MAATZ versorgte mit guten Ergebnissen offene Humerusschaftbrüche primär mit einem Spreiznagel.

Bei starker Dislokation der Bruchstücke und geeigneter Bruchform führen SAEGESSER, BETZEL und auch BÖHLER eine sofortige Osteosynthese mit einer lockeren Drahtschlinge durch.

Für gelenknahe Frakturen kommt die elastische oder, wie RUSH sie nennt, die "dynamische" Verspannung mit Rush-Pins in Frage (Gelbke).

In einigen Fällen von Oberarmfrakturen mit schwersten Weichteilverletzungen erzielte NEFF mit der primären Osteosynthese mit LANE'schen Platten störungsfreie Wund- und Bruchheilung. Auch KÖNIG und OTT halten das primäre Anbringen von Platten und Schrauben bei offenen Humerusschaftfrakturen für berechtigt.

Offene Quer-, Schräg- und Stückfrakturen des Humerusschaftes bedeuten für MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER u.a. von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) die Indikation zur primären Osteosynthese mittels AO-Druckplatten. Die gute Fixation und damit erreichbare freie Beweglichkeit ist besonders bei Mitverletzung des Thorax oder bei Zuständen mit motorischer Unruhe von besonderem Vorteil. Auf die besondere Beachtung des N. radialis wird bei diesem Verfahren hingewiesen.

2. Frische offene Unterarmschaftfrakturen

Offene Schaftfrakturen beider Unterarmknochen stehen zahlenmäßig hinter denen des Unterschenkels an zweiter Stelle (BRUN). Von glatten Quer- bis zu schweren Trümmerbrüchen finden sich alle Übergänge.

Bei diesen Brüchen besteht eine problematische therapeutische Situation: Wegen der Kompliziertheit der am Unterarm herrschenden Muskelverhältnisse, der ganz verschiedenen Stärke von Beugern und Streckern und den dadurch bei Frakturen gegebenen Störungen im Gleichgewicht der Antagonisten sowie der nicht so seltenen Interposition von Weichteilen (UEBERMUTH, GARRÉ) ist es schwierig, auf alle vier Fragmente zugleich optimal einzuwirken und auch noch die richtigen Gelenkstellungen einzuhalten (GARRÉ). Weiterhin sind die funktionellen Gegebenheiten des Unterarmes durch Umdrehbewegungen, die zwischen Radius und Ulna möglich sind, kompliziert.

MATTI, MERLE D' AUBIGNE und NEUDEL weisen besonders auf die Beachtung einer Rotationsverschiebung hin. Die Bildung eines Brückenkallus sowie die ausgesprochene Neigung zu Pseudarthrosen (UEBERMUTH, NEUDEL) stellen weitere Störungen dar.

Die zweckmäßigste Behandlung muß neben den Wundverhältnissen diese Fülle der Komplikationen berücksichtigen, welche der offenen Unterarmschaftfraktur drohen (MAATZ). Nur eine gute anatomische Einrichtung ergibt später eine einwandfreie funktionelle Heilung, die gerade bei der vielseitigen Bewegungsfähigkeit des Unterarmes und der Hand von Bedeutung ist (BLOCH, NEUDEL).

Neben BÖHLER und EHALT fordern HOHMANN und LANGE eine möglichst konservative Behandlung der offenen kompletten Unterarmschaftfraktur. Die Technik der Reposition und Anlage des Gipsverbandes wurde von BÖHLER und EHALT eingehend beschrieben. Jegliche primäre Osteosynthese wird - wie auch von BÜRKLE DE LA CAMP - wegen erhöhter Infektionsgefahr abgelehnt. Bei Hautschäden kleineren Ausmaßes gestattet BÖHLER allenfalls die blutige Stellung der Fragmente allein.

EHALT erzielte mit dem Gipsverband oder - bei unstabilen Frakturen - mit dem Doppeldrahtgipsverband folgende Ergebnisse: Bei 28 Fällen kam es in über 90 % zu einer glatten Wundheilung. Jeweils zweimal traten eine Osteomyelitis oder Pseudarthrose auf. Die Konsolidierungsdauer betrug bei den glatten Fällen im Durchschnitt 79,9, bei Einrechnung der Fälle mit Störungen 116 Tage. Bei 15 Patienten wurde eine normale Beweglichkeit erreicht.

STRAHBERGER hält auf Grund seiner Ergebnisse die konservative Behandlung in den meisten Fällen für ausreichend. Allenfalls begnügt er sich zumeist mit der blutigen Stellung der Fragmente.

An Hand von mittlerer Behandlungszeit, durchschnittlicher klinischer Konsolidierungszeit und Endresultaten gibt auch STRINGA der konservativen Behandlung den Vorzug, betont jedoch, daß vereinzelte Frakturen unbedingt die blutige Einstellung erfordern. Unter 21 offenen Schaftfrakturen beider Knochen verzeichnete er 2 Pseudarthrosen sowie 1 Osteomyelitis. Die Konsolidierungsdauer lag im Durchschnitt bei 131, die Arbeitsunfähigkeit bei 160 Tagen.

TALKENBERGER versorgte 6 Fälle konservativ, 4 durch Verschraubung der Fragmente nur eines Knochens. Während bei den letzteren 3 Pseudarthrosen auftraten, waren die konservativ behandelten Fälle durch 1 schwere Wundinfektion belastet. Im Durchschnitt wurden die konservativ versorgten Frakturen 29, die operativen Fälle 64 Tage behandelt. Die Konsolidierungsdauer belief sich bei den erstgenannten auf 50, bei den letzteren auf 148 Tage. Auf Grund dieser Ergebnisse rät TALKENBERGER zu konservativem Vorgehen.

Wenn auch BÖHLER u.a. möglichst eine unblutige Behandlung für die kompletten offenen Unterarmschaftfrakturen fordern,

so kommt man bei bestimmten Frakturformen sowie schweren Weichteilverletzungen mit der konservativen Behandlung nicht immer zum Ziel. Verschiedene Querfrakturen, aber besonders die Schräg-, Stück- und Trümmerfrakturen neigen trotz anfänglich geglückter Reposition und Retention im Gipsverband zu erneuter Dislokation. Daher wird bei diesen Frakturen ein operativer Weg beschritten. Ob dies primär oder sekundär geschehen soll, gehen die Meinungen auseinander. Andere Chirurgen wiederum sind bereit, die Indikation zur Operation über die unstabilen offenen Unterarmbrüche hinaus zu erweitern.

Zur Anwendung kommen im wesentlichen folgende Verfahren: Marknagelung nach KÜNTSCHER, Markschienung mit KIRSCHNER-Drähten, RUSH-Pinnung, Drahtumschlingung und AO-Platten.

Zur Erzielung einer stabilen Osteosynthese hat KÜNTSCHER die Aufbohrung der Markhöhle zur Einführung eines starken Nagels empfohlen. Den wesentlichen Vorteil sieht KÜNTSCHER neben der frühzeitigen funktionellen Behandlung in der Verhütung von Pseudarthrosen.

Während KÜNTSCHER erst nach Abheilung der Wunden nagelt, haben HEIM, MAATZ, SAEGESSER und SCHWARZ keine Bedenken gegen eine sofortige operative Versorgung. Die absolute Ruhigstellung der Fragmente durch den KÜNTSCHER-Nagel bildet nach ihrer Meinung den besten Schutz gegen das Zustandekommen einer Infektion. HAINZL erlebte bei primärer Marknagelung in 4 Fällen 1 Pseudarthrose der Ulna. Alle Wunden verheilten p.p. LEMPERT berichtet über 1 Pseudarthrose beider Knochen unter 4 Fällen bei sekundärer Nagelung. NEUDEL sagt über seine Erfahrungen bei 53 offenen, zumeist sekundär genagelten Frakturen: "Die stabile Osteosynthese mit KÜNTSCHER-Nägeln durch Aufbohren der Markhöhle brachte die besten Ergebnisse hinsichtlich der Pseudarthrosenhäufigkeit.

Wir sind der Ansicht, daß für die unstabilen offenen kompletten Unterarmfrakturen die stabile Osteosynthese das beste Verfahren ist."

Gerade bei schweren Weichteilverletzungen am Unterarm hält WEYGAND wegen der leichten Wundbehandlung die primäre Marknagelung für sehr günstig.

HEIM, LEMPERT, RIEDER und SCHUHMANN erweitern ihre Indikation zur primären Marknagelung auf multiple offene Frakturen an einer Extremität.

BSTEH, HÄBLER und WACHSMUTH lehnen die Marknagelung ab, da es nach ihren Erfahrungen mit dem Nagel nicht immer gelingt, die Bruchstücke in feste Berührung miteinander zu bringen. HÄBLER verwendet die Drahtnaht oder LANE'sche Platte, mit denen man besser und gefahrloser zum Ziele komme.

Die Methode der Markraumschienung mit KIRSCHNER-Drähten stellt zwar keine stabile Osteosynthese dar, verhindert jedoch, da sie nur eine geringe Seitenverschiebung zuläßt, das völlige Abrutschen der Fragmente (REHM). Dieses Verfahren erfordert die zusätzliche Ruhigstellung in einer dorsalen Gipsschiene (SCHÄFER).

SCHÄFER empfiehlt die Markraumschienung auf Grund seiner guten Ergebnisse bei offenen unstabilen Unterarmbrüchen. Bei primärem operativem Vorgehen traten keine Wundheilungsstörungen auf, in keinem Fall eine Pseudarthrose. Seine funktionellen Ergebnisse bezeichnet er als "durchweg gut". TROJAN, der erst nach Abheilung der Wunden operiert, sagt über dieses Verfahren: "Nach der Markdrahtung haben die Bruchstücke Gelegenheit zusammenzurücken und sich einander zu nähern, so daß es zu keiner Diastase an der Bruchstelle infolge Resorption der Bruchenden kommen kann."

BSTEH hält die Markschienung mit KIRSCHNER-Drähten als das Verfahren der Wahl. BÖHLER versorgt unstabile offene Vorderarmfrakturen nach 6 bis 8 Wochen durch stufenförmiges Anfrischen der Bruchstücke mit Markdrähten; vom Transfixationsgips bei diesen Brüchen ist er abgekommen.

OBERHOLZER berichtet über gute Erfahrungen mit dem nach ihm benannten Dreikantdraht, einem modifizierten KIRSCHNER-Draht, der im Interesse einer besseren Fixation das Kaliber eines gewöhnlichen KIRSCHNER-Drahtes wesentlich überschreitet. Er operierte sowohl primär als auch sekundär nach Wundheilung.

HOLLE hält die primäre RUSH-Pinnung bei nicht zu hohem Verschmutzungsgrad für das beste Verfahren bei frischen offenen Frakturen beider Unterarmknochen. Bei langen Schräg- oder Spiralbrüchen wird sie mit Drahtumschlingungen kombiniert. MÖRL empfiehlt die primäre RUSH-Pinnung, gegebenenfalls zusammen mit Drahtumschlingungen als gutes Verfahren für die meisten offenen Unterarmschaftbrüche.

Bei geeigneten Bruchformen erzielte BETZEL gute Ergebnisse mit der Drahtumschlingung. Die guten Erfahrungen mit Chemotherapeutika ermutigen ihn zur sofortigen Operation.

MERLE D' AUBIGNE und MOREAU verwenden mit gutem Erfolg sehr häufig die primäre Osteosynthese nach DANIS (Verschraubung).

DESENFANS und EVRARD erlebten bei 45 primär durchgeführten Osteosynthesen verschiedener Art nur in 1 Falle eine Infektion. Die Nekrose der Haut spielte dabei die größte Rolle, da sie eine sekundäre Infektion einleitete. Der Fortschritt der chirurgischen Technik sowie der Schutz der Antibiotica lassen sie das primäre Vorgehen befürworten.

MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER u.a. von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) betrachten die offenen Schaftfrakturen des Unterarmes als "fractures of necessity" und versorgen bei solchen Brüchen beide Knochen primär mit AO-Druckplatten. Wegen der damit erreichbaren hervorragenden Stabilität, die eine Nachbehandlung praktisch ohne zusätzliche Gipsfixation ermöglicht, halten sie dieses Verfahren anderen Behandlungsmethoden gegenüber für eindeutig überlegen. OTT setzt sich ebenfalls für diese Methode ein. Er sagt wörtlich: "Die Vorteile der stabilen Osteosynthese liegen auf der Hand: Vor allem ist die absolute Ruhigstellung die beste Infektionsprophylaxe. Weiter muß man die hier vermehrt verletzten Weichteile weder durch Bewegungen in der Extension noch durch einen Gipsverband zusätzlich belasten." ... "Wenn man es erleben durfte, daß diese gefürchteten Frakturen nach Versorgung mit Kompressionsplatten ohne Gips sofort bewegungsfähig in relativ kurzer Zeit heilen, ist man überzeugt, daß keine andere Methode Besseres zu leisten imstande ist."

Lange Zeit vor Entwicklung der AO-Druckplatte verwandt KÖNIG schon die LANE'sche Platte für viele derartige Frakturen. Zum primären operativen Vorgehen sagt er: "Die Infektionsgefahr kann eine richtig indizierte Osteosynthese nicht in Frage stellen."

3. Die isolierte offene Ulnaschaftfraktur

Diese Frakturen entstehen meist durch direkte Gewalteinwirkung, z.B. Abfangen eines Stockhiebes mit dem zum Schutz vorgehaltenen Arm. Man bezeichnet sie daher auch als Parade- oder Parierfraktur. Je nach Richtung und Höhe der Gewalteinwirkung verläuft die Frakturlinie. In den meisten Fällen liegt eine Querfraktur vor; häufig weisen diese Brüche auch

einen Biegungskeil oder mehrere Knochentrümmer auf (MÖRL). Die Ulnaschaftbrüche neigen sehr zu verzögerter Kallus- oder Pseudarthrosenbildung (BÖHLER). EHALT machte die Beobachtung, daß diese Pseudarthrosen oft Jahre später noch knöchern durchgebaut werden. Die proximale Ulnafraktur ist nicht selten mit einer Radiusköpfchenluxation verbunden (Monteggia-Fraktur). Zumeist wird man bei diesen Brüchen mit dem gespaltenen Oberarmfaustgips auskommen (BÖHLER und EHALT). Um der Gefahr der Ischämie vorzubeugen, ist die Fixation auch durch Gipslonguette oder Schiene möglich (UEBERMUTH).

EHALT berichtet über 10 Fälle, von denen 9 mit dem Gipsverband allein und 1 mit Transfixation behandelt wurden. Bei 9 Primärheilungen trat eine Pseudarthrose auf. Die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug 90,8 Tage bei einer Konsolidierungszeit von durchschnittlich 46,2 Tagen. Eine Dauerrente erhielt lediglich 1 Patient; es lag ein primärer Knochendefekt vor.

Ebenfalls gute Resultate mit dem Gipsverband alleine erzielte HAINZL bei 7 Patienten. Wie BÖHLER und EHALT sagt auch STRAHBERGER, der an einigen Fällen gute funktionelle Ergebnisse mit konservativer Therapie erreichte, daß die Behandlung der isolierten offenen Ulnaschaftbrüche fast immer mit konservativen Mitteln bestritten werden kann.

Für unstabile Quer- und Schrägfrakturen kommen, soweit sie durch blutige Stellung alleine nicht halten, folgende Osteosynthesemittel zur Anwendung: KÜNTSCHER-Nagel, RUSH-Pin, KIRSCHNER-Drähte oder OBERHOLZER-Nagel.

Während JUNGE und SCHWARZ erst nach ergebnisloser konservativer Behandlung den KÜNTSCHER-Nagel benutzen, treten

JANIK, HEIM und SAEGESSER für ein primäres Vorgehen bei der Wundversorgung ein. SCHRECKENBACH und WEYGAND berichten über gute Resultate, die sie an einigen Fällen mit der primären Marknagelung erzielten.

HOLLE und MÖRL empfehlen - außer bei stark verschmutzen Wunden - die sofortige Stabilisierung mit dem RUSH-Pin.

SCHÄFER versieht die erfahrungsgemäß unstabilen offenen Ulnaschaftbrüche primär mit KIRSCHNER-Drähten, BSTEH und TROJAN erst nach ergebnisloser konservativer Behandlung.

DESENFANS und EVRARD, die verschiedene Osteosynthesemittel anwandten, verlangen bei diesen Brüchen ein möglichst primäres operatives Vorgehen.

4. Die isolierte offene Radiusschaftfraktur

Die isolierten offenen Schaftbrüche des Radius sind unangenehmer als die der Ulna: Das proximale Fragment, das unter der Zugwirkung des M. biceps steht, wird aufgerichtet und es kommt zu einer Verschiebung. Da die intakte Elle die Reposition verhindert, kann die Behandlung schwierig werden (MAGNUS).

Vom funktionellen her gesehen sind diese Frakturen wichtiger als die Ulnaschaftbrüche. Der Radius macht die Umdrehbewegungen gegenüber der Ulna. Veränderungen in seiner anatomischen Form und Achsenabweichungen müssen sich daher funktionell schwer auswirken (BÜRKLE DE LA CAMP). Als Folgen können Veränderungen im Radio-Ulnar-Gelenk und Handgelenk auftreten (relativer Ulnavorschub) (HOHMANN). Wichtig ist es, nach Begleitverletzungen zu forschen. Hier sind

der Abriß des Processus styloides ulnae und die Subluxation des Radio-Ulnar-Gelenkes zu nennen.

Bei diesen Brüchen bestehen dieselben Möglichkeiten der Therapie wie bei den isolierten Ulnaschaftbrüchen. Bei der oben angeführten Lage wird man sich hier jedoch eher zur blutigen Operation entschließen (MAGNUS).

Auch bei den isolierten offenen Radiusschaftbrüchen empfehlen EHALT und BÖHLER, möglichst konservativ vorzugehen. EHALT behandelte 11 Fälle, davon 9 mit Gipsverband, 2 mit Transfixation. Bei zumeist primärer Wundheilung kam es in 1 Fall zu einer Osteomyelitis und zweimal zur Pseudarthrose. Die durchschnittliche Konsolidierungsdauer belief sich ohne die Fälle mit Pseudarthrosen auf 41,1, die Dauer der Arbeitsunfähigkeit auf 62,3 Tage. Erschreckend hoch war mit 447,5 Tagen die durchschnittliche Zeit der Arbeitsunfähigkeit bei den beiden Fällen mit Pseudarthrosen. Es war die längste durchschnittliche Behandlungszeit, die EHALT unter allen offenen Brüchen hatte. Unter 5 Betriebsunfällen waren nach 3 Jahren 3, nach 7 Jahren 4 Patienten rentenfrei. In einem Fall wurde eine Rente bezahlt.

Ebenfalls bei konservativer Therapie konnten HAINZL und STRAHBERGER an einigen Fällen gute anatomische und funktionelle Ergebnisse sowie störungsfreie Wundheilung erzielen.

HOLLE und MÖRL empfehlen gerade bei den offenen Radiusschaftbrüchen eine möglichst primäre Versorgung mit RUSH-Pins.

Soweit eine stabile Osteosynthese zu erreichen ist, versehen HEIM, JANIK, MAATZ und SCHRECKENBACH diese Frakturen primär mit einem KÜNTSCHER-Nagel.

Unstabile Radiusschaftfrakturen versorgen SCHÄFER sofort, BSTEH und TROJAN erst nach Wundheilung mit KIRSCHNER-Drähten.

Mit dem OBERHOLZER-Nagel erzielte HENSCHEN schöne Resultate bei einigen offenen Querfrakturen des Radius in Schaftmitte.

5. Frische offene Femurschaftfrakturen

Zu ihrer Entstehung führen zumeist schwere direkte Gewalteinwirkungen durch Auftreffen von Lasten, z.B. durch Überfahrung. Dadurch ist es verständlich, daß diese Frakturen häufig mit Brüchen an anderen Extremitätenabschnitten vergesellschaftet sind. Die Insertionsverhältnisse der Muskulatur bedingen einige charakteristische Dislokationsformen, die sich nach dem Niveau der Schaftfraktur richten; so ist das häufige Vorkommen von Muskelinterposition begreiflich. Hinzu kommt, daß durch schwere Retentionsmöglichkeit, selbst nach geglückter Reposition sowie zu starker Extension die Pseudarthrose vornehmlich bei Querbrüchen früher nicht selten der Ausgang sogar sorgfältigster Behandlung gewesen ist (BÖHLER und UEBERMUTH).

Der Verlauf der Oberschenkelschaftfraktur ist weiterhin durch Fettembolie, durch Decubitus und hypostatische Pneumonie bei alten Menschen gefährdet. Wird noch hinzugenommen, daß durch langmonatige Lagerung in der früher allein verwendeten Drahtextension beträchtliche Atrophie der Oberschenkelmuskulatur und starke Bewegungseinschränkungen im Kniegelenk nachfolgten (BÖHLER und UEBERMUTH), so wird neben der bei ungenügender Ruhigstellung drohenden Infektionsgefahr ein Maßstab für die Bedeutung der von

zahlreichen schweren Komplikationen belasteten offenen Femurschaftfraktur gewonnen.

Diesen bei konservativer Therapie mit Drahtextension und Gipsverband drohenden Gefahren und Behandlungsschwierigkeiten gegenüber hat die moderne Operationstechnik durch die Marknagelung nach KÜNTSCHER einen umwälzenden Fortschritt erlangt. Vor allem der Kieler Klinik ist es zu danken, daß dieses Verfahren weiter ausgebaut wurde. Gerade am Oberschenkelschaft hat sich das Verfahren durchgesetzt. Die Vorteile des idealen Fragmentstandes, der ungestörten Kallusbildung und verhältnismäßig frühzeitigen Belastungsfähigkeit sowie den dadurch weitgehend verhüteten Gelenk- und Weichteilschäden neben dem relativ kurzen Krankenlager werden allgemein anerkannt.

Schock- und Commotionszustände sowie Zustände einer latenten Fettembolie bilden Kontraindikationen für eine frühzeitige Marknagelung. Ebenso ist eine solche Operation bei starken Weichteilquetschungen - besonders bei adipösen Patienten - niemals in den ersten Tagen gestattet. Bei der offenen Marknagelung sind die Gefahren der Fettembolie durch das Abfließen des Marks gebannt.

Unter den wenigen Autoren, die für eine konservative Behandlung der offenen Femurschaftbrüche eintreten, ist TALKENBERGER zu nennen, der, allerdings schon 1942, also kurz nachdem KÜNTSCHER den Marknagel bekanntgab, über 12 offene Brüche des Oberschenkelschaftes berichtet. Davon wurden drei Frakturen mit LANE'scher Platte versorgt und 1 Spanverpflanzung vorgenommen; die übrigen 8 Fälle konservativ behandelt. Da sich die durchschnittliche Behandlungs- und Konsolidierungsdauer bei den operativen Fällen auf mehr als die doppelte Zeit beliefen, tritt TALKENBERGER für eine

ausschließlich konservative Behandlung dieser Frakturen ein. Auch STRINGA gibt bei den offenen Femurschaftbrüchen trotz verlängerter Behandlungsdauer und verzögerter Restitution der Gelenksfunktion der konservativen Behandlung den Vorzug, da er den Gegenbeweis durch ein entschieden größeres Zahlenmaterial bisher vermißt. MATTI verlangt, daß diese Brüche grundsätzlich mit kombiniertem Gips- und Extensionsverband behandelt werden.

Der Vorteil der stabilen Osteosynthese und der prophylaktische sowie therapeutische Wert der Antibiotica hatten BÖHLER dazu bewogen, auch offene Oberschenkelschaftbrüche mit dem Marknagel zu versorgen, nachdem er deren Behandlung mit Fremdkörpern bisher strikt ablehnte - was auch EHALT noch zur Vorsicht mahnt; er hält die Marknagelung nur bei schweren frischen Oberschenkelbrüchen angezeigt, wobei er möglichst primär operiert.

Umstritten ist noch der Zeitpunkt der Operation. BUDDE, RIEDER, SCHUHMANN und SCHWARZ treten für eine Marknagelung in den ersten 8 Stunden nach dem Unfall ein.

Bei primärer, zumeist geschlossen durchgeführter Marknagelung traten bei WEYGAND unter 5 Fällen zweimal eine Ostitis, bei HÄBLER, der ebenfalls primär, aber stets offen nagelte, unter 19 Fällen 1 Infektion des Bruchspaltes auf. SCHRECKENBACH, der unter Ausnutzung der neuzeitlichen Möglichkeiten der Schockbekämpfung 4 offene Femurschaftfrakturen primär nagelte, sieht in diesem Vorgehen einen nicht zu unterschätzenden Vorteil in der Erzielung endgültiger Verhältnisse, wie sie zur ungestörten Wundheilung unbedingt notwendig sind. "Kommt es aber einmal bei einer komplizierten Fraktur zu einer Infektion, so gewährt nach der primären Nagelung der gutsitzende Marknagel die fast ideal zu nennende Kombination von exakter Ruhigstellung und Drainage."

Nur 1 geringfügige Infektion erlebte BÖHLER unter 24 Fällen; bis auf zwei Ausnahmen wurde die offene Marknagelung nach dem Unfall gleichzeitig mit der Wundausschneidung durchgeführt. BÖHLER sagt wörtlich: "Die Tatsache, daß bei 24 überlebenden frischen Oberschenkelbrüchen nur eine einzige geringfügige Infektion aufgetreten ist, zeigt den außerordentlichen Wert dieser Methode." Weiterhin hebt BÖHLER die guten funktionellen Spätergebnisse im Vergleich zur konservativen Therapie bei EHALT hervor: 17 Patienten = 71 % boten freie Gelenkbeweglichkeit, während dies EHALT unter 20 Fällen nur zehnmal = 50 % erreichte. Im Gegensatz zu EHALT traten auch keine Pseudarthrosen oder Sequesterbildung auf. MAATZ, der auch das Prinzip der primären Marknagelung verfolgte, erlebte 2 Todesfälle unter 12 Frakturen, wobei einmal der wandernde Marknagel ein Kniegelenkempyem auslöste. Die Infektion betraf 4 Fälle: Bei 2 Kindern trat eine Osteomyelitis ein, ja einmal kam es 6 Monate nach der Operation zu einer Fistelung an der Einschlagstelle und zu einer tödlichen septischen Infektion. Die endgültigen Behandlungsergebnisse waren aber überraschend gut.

BOURGEON und PANTIN haben den Zeitpunkt der Marknagelung hinsichtlich der Infektionsgefahr an einigen Fällen kritisch betrachtet. Dabei stellten sie fest, daß bei 6 sofort genagelten Brüchen einmal eine leichte Infektion, bei 6 nach 24 bis 48 Stunden versorgten Frakturen 4 lokale Infektionen und bei 8 erst nach 6 - 7 Tagen operierten Patienten keine Infektionen eintraten. Diese Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß komplizierte Brüche sofort oder erst nach einer Woche am gefahrlosesten zu nageln sind.

BUCK-GRAMCKO, BÜRKLE DE LA CAMP, JUNGE und MATHISEN raten, erst nach der Wundheilung die Fraktur zu versorgen, während GRIESSMANN und SCHÜTTEMEYER ihre 4 p.p. geheilten Brüche dreimal nach Wundheilung und einmal sofort versorgten.

Größte Zurückhaltung hat immer das Vorgehen KÜNTSCHERS bestimmt. Für ihn ist die offene Fraktur in erster Linie Wunde. Er versorgt erst diese und stellt die Gelenke ruhig. Wenn nach 18 Tagen keine Infektion aufgetreten ist, entschließt er sich zur Nagelung.

LEMPERT, RIEDER und SCHUHMANN betonen den Wert der Marknagelung bei multiplen Frakturen der gleichen Gliedmaße, weisen aber auf die in diesen Fällen drohende Gefahr einer Fettembolie hin.

Zuletzt sei noch die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese erwähnt, die für diese Brüche das Anlegen einer Doppelplatte angegeben hat.

Abschließend gibt die folgende Tabelle einen Überblick über die von verschiedenen Autoren erzielten Ergebnisse hinsichtlich des stationären Aufenthalts, der Gesamtbehandlungszeit sowie Dauer der Arbeitsunfähigkeit bei konservativer Therapie sowie bei Marknagelung:

Autor	Behandlungsmethode	Zahl der Fälle	Stationärer Aufenth. in Tagen	Gesamtbehandlungszt. i.Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen
Ehalt (1938)	Konservativ	20	?	?	200
Talkenberger (1942)	Konservativ	4	?	146	?
Stringa (1957)	Konservativ (davon 19 offene Frktn.)	193	41	183	?
Häbler (1950)	Offene MN	18	69	?	115
Maatz (1951)	Offene MN	12	?	135	?
Lempert (1951)	Offene MN (offene u. geschlossene Frakturen)	19	?	60	161
Weygand (1953)	Offene MN	5	98	105	140
Böhler (1954)	Offene MN	24	68	194	?

6. Frische offene Unterschenkelschaftbrüche

Wie kein anderer Knochen ist das Schienbein, mit seiner Vorderkante direkt unter der Haut gelegen, der direkten Gewalteinwirkung ausgesetzt. So entstehen die offenen Schaftbrüche beider Unterschenkelknochen meist durch schwere direkte Traumen. Weiterhin führen Spiralfrakturen, entsprechend der

geringen Weichteilüberdeckung entlang der vorderen Schienbeinkante, leicht zur Durchspießung der anliegenden Haut. BÖHLER fand, daß in 90 % seiner Fälle die Wunden medial bzw. medial vorne lagen. Es können alle Bruchformen auftreten, wobei der Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel wegen der anatomischen Verjüngung beider Knochen bevorzugt ist (MATTI, UEBERMUTH). Berücksichtigt man die Neigung der Querfrakturen zu Pseudarthrosen, die ausgesprochene Tendenz der Schrägfrakturen zum Abrutschen und die Tatsache, daß die offenen Unterschenkelschaftbrüche in der Regel die schwersten sind, insbesondere was die Hautverletzung betrifft (EHALT), so ist die Problematik bei der Behandlung dieser Brüche im wesentlichen aufgezeigt und die Forderung gestellt nach optimaler Behandlung, die eine komplikationslose Wundheilung sowie eine ungestörte Knochenheilung in anatomisch guter Stellung bei bestmöglicher Funktion und geringsten Weichteilschäden einschließt.

Zur Erreichung dieses Zieles gerade bei den relativ häufigen offenen Unterschenkelschaftbrüchen haben sich viele Stimmen erhoben. Der konservativen Behandlung mit dem zunächst gespaltenen ungepolsterten und evtl. gefensterten Gipsverband, meist in Verbindung mit einer Extension, stehen an operativen Möglichkeiten vor allem gegenüber: Der Marknagel nach KÜNTSCHER, der Rohrschlitznagel nach HERZOG, Stabilisierung mit RUSH-Pins, Drahtumschlingung sowie die primär stabile Druckosteosynthese mittels Platten und Schrauben, wie sie von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) entwickelt wurde. Auch der Zeitpunkt der Operation gab gerade bei diesen Brüchen Anlaß zur Diskussion.

Auf Grund seiner Erfahrungen an einem großen Krankengut ist auch hier wieder BÖHLER an erster Stelle zu nennen, der für eine möglichst konservative Behandlung der offenen

Unterschenkelschaftbrüche eintritt. Die Mehrzahl dieser Brüche werden mit einer Kombination von Extension und Gipsverband behandelt, wie sie BÖHLER durch sein Verfahren im Schraubenzugapparat entwickelte.

Nachdem ZRUBECKY aus der Klinik von BÖHLER zeigen konnte, daß die nach Reposition noch bestehende Seitenverschiebung sowie eine sekundäre Zunahme derselben den Wundverlauf gefährden und die Knochenbruchheilung verzögern kann, versorgt BÖHLER bestimmte offene Unterschenkelschaftbrüche sofort mit einem oder mehreren KIRSCHNER-Drähten. ZRUBECKY schreibt darüber: "Die Methode ist technisch einfach, schnell und schonend durchzuführen und stellt keinen zusätzlichen Eingriff dar. Wenn damit auch keine stabile Verriegelung der Fragmente erzielt werden kann, so wird doch die für die Wund- und Bruchheilung so schädliche Verschiebung der Bruchstücke verhindert." Vor allem die schwersten offenen Biegungs- und Trümmerbrüche, bei denen der Verlauf der Wundheilung über die Erhaltung oder den Verlust des Beines entscheidet, sowie unstabile Brüche werden mit Markdrähten versorgt.

Als weiteres und letztes operatives Verfahren zur Erzielung einer ungestörten Wundheilung gestattet BÖHLER seit 1949 bei bestimmten Bruchformen das primäre Anlegen einer lockeren Drahtschlinge. Die Bruchstücke können so nach Resorption der Bruchenden zusammenrücken und eine nennenswerte Seitenverschiebung ist dann nicht mehr möglich.

Die primäre Marknagelung offener Unterschenkelschaftbrüche lehnt BÖHLER grundsätzlich ab, da nach seinen Erfahrungen die Zahl der Wundheilungsstörungen größer ist, es häufiger zur verzögerten Knochenbruchheilung und Pseudarthrosenbildung kommt.

Zur Frage der Wundheilung bei primärer Osteosynthese stellte ZRUBECKY, der den Behandlungsergebnissen aller in den Jahren von 1925 - 1950 an der Klinik von BÖHLER behandelten offenen Unterschenkelschaftbrüchen nachging, fest, daß die Wundheilung bei den konservativ und den primär mit Drahtumschlingung oder Markdrähten behandelten Fällen keinen Unterschied zeigte: Es heilten jeweils 80 % ohne Wundheilungsstörungen. Bei den primär Markgenagelten belief sich dieser Wert auf nur 64 %.

Den Hauptgrund für die höhere Zahl der Pseudarthrosen bei den mit Marknagel versorgten Brüchen sieht BÖHLER darin, daß die Bruchstücke in den meisten Fällen keine Möglichkeit haben, wieder zusammenzurücken. Dazu kommt der verlängerte stationäre Aufenthalt sowie die längere Dauer der Gesamtbehandlungszeit, die BÖHLER nicht nur bei seinen mit Marknagel versehenen Frakturen, sondern auch bei den anderen Formen der Osteosynthese sah. Diese Gründe lassen BÖHLER abschließend über die Behandlung der offenen Unterschenkelschaftbrüche zu folgenden Worten kommen: "Auf Grund dieser Ergebnisse wurde der konservativen Knochenbruchbehandlung der Vorzug gegeben, da es mit dieser Methode in der Regel gelingt, den Bruch in kurzer Zeit auf gefahrlose Weise zur knöchernen Heilung zu bringen."

EHALT berichtet über sehr gute Ergebnisse der konservativen Behandlung. Er hat in 9 Jahren 127 offene Schaftbrüche beider Unterschenkelknochen behandelt. Von diesen 127 Fällen wurden 9 mit Gipsverband, 65 mit Zug mit Fersenbeinklammer und Gips, 35 mit Doppelnagelgipsverband und 8 mit Zug mit Fersenbeinnagel und Gips behandelt.

Von diesen 127 Fällen waren sekundär gestorben 2,4 %, hatten glatte Wundheilung 71 %, hatten eine leichte Infektion 7 %, hatten schwere Wundstörungen 6,2 %, hatten eine Ostitis

10,3 %, wurden sekundär amputiert 2,4 %. Dabei war kein einziger Fall mit einer Pseudarthrose. Vollständig normale Beweglichkeit in allen Gelenken wurde in über 72 % der Fälle erzielt; Dauerrenten gab es in 10,2 % der Fälle.

Bei offenen Unterschenkelschaftbrüchen mit großen Wunden hält EHALT, wie er auf der 46. Tagung der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft bekanntgab, wie BÖHLER je nach Sachlage eine lockere Drahtumschlingung oder die Markdrahtung für indiziert. Ist die Haut so schwer geschädigt, daß nicht einmal ein Gipsverband angelegt werden kann, verwendet EHALT zur primären Osteosynthese den HERZOG-Nagel, nur um eine glatte Wundheilung zu erzielen, obwohl er damit eine zumindest verzögerte Kallusbildung in Kauf zu nehmen glaubt.

BÜRKLE DE LA CAMP, HOHMANN und LANGE fordern ebenfalls ein weitgehend konservatives Vorgehen bei diesen Brüchen, da sie in allen metallischen Fremdkörpern eine zusätzliche Infektionsgefahr sehen. Bei schweren Hautschädigungen bei frischen offenen Unterschenkelschaftfrakturen gestattet BÜRKLE DE LA CAMP jedoch die primäre Osteosynthese mit einem Marknagel.

An Hand von mittlerer Behandlungszeit, durchschnittlicher Konsolidierungsdauer und Endresultaten gibt STRINGA trotz verzögerter Restitution der Gelenksfunktion den konservativen Methoden für offene Unterschenkelschaftbrüche den Vorzug, wobei er als Gegengewicht das bei der Osteosynthese bestehende Operationsrisiko und die Alteration der Kallusbildung infolge des eingebrachten metallischen Fremdkörpers anführt. Unter 65 Fällen erzielte er 51 % gute, 26,5 % befriedigende und 21,9 % schlechte Ergebnisse. Verzögerte Bruchheilung trat in 26 % aller Fälle auf.

DEUTICKE und MARTYS berichten über 211 offene Schaftbrüche beider Unterschenkelknochen. Mit ganz wenigen Ausnahmen wurde die Klammerextension am Calcaneus als Normalverfahren beibehalten. In 26 Fällen kam es zur Osteomyelitis. Dabei sind jedoch Fälle, bei denen es auch ohne virulente Infektion zur Fistelbildung und Abstoßung von Sequestern kam, als Osteomyelitisfälle gerechnet. Auf 90 nachuntersuchte Brüche entfielen 5 Pseudarthrosen. Eine Restitutio ad integrum trat dabei in 42 % ein. Die Autoren können die konservative Behandlung der offenen Unterschenkelschaftbrüche nur empfehlen.

HOLDSWORTH, der dem funktionellen Endresultat bei der Wahl einer bestimmten Methode die größte Bedeutung beimißt, erreichte bei 132 Patienten mit konservativer Therapie in 68 % der Fälle ausgezeichnete Funktion und gute anatomische Resultate. Der Rest der Patienten zeigte leichte Einschränkung der Beweglichkeit der Fußgelenke. In 6 Fällen trat eine Osteomyelitis auf. Auf Grund dieser ausgezeichneten Resultate bei einfacher konservativer Behandlung ist der Autor der Ansicht, daß offene Reposition und interne Fixation dieser Frakturen selten, wenn überhaupt je, indiziert sind.

EGGELING, PANZNER und HÜBNER stellten einen Vergleich zwischen konservativer Behandlung und Fixierung mit Drahtumschlingungen bei offenen Torsions- und Schrägfrakturen an, wobei in bezug auf die Behandlungsdauer die konservative Methode bessere Resultate zeigte. Zur Erreichung einer besseren Fixierung der Bruchenden halten die Verfasser die primär angelegte Drahtumschlingung nach KIRSCHNER für eine brauchbare Methode.

Über bessere Ergebnisse bei operativer Therapie berichtet auch WEICKARDT, der 67 offene Schaftfrakturen beider Unterschenkelknochen behandelte. Bei 29 nachuntersuchten Patienten wurden folgende Resultate erzielt:

Behandlungsart	Konsolidierungsdauer in Tagen	Zahl der Dauerrenten
Konservativ (20 Fälle)	263	12
Nagelung (7 Fälle)	191	1
Cerclage (2 Fälle)	180	0

Behandlungsart	Sehr gute Heilergebnisse	Gute Heilergebnisse	Mäßige Heilergebnisse
Konservativ (20 Fälle)	3	3	14
Nagelung (7 Fälle)	4	3	-
Cerclage (2 Fälle)	2	-	-

WEICKARDT sagt dazu: "Auffallend ist in unserer Zusammenstellung die hohe Zahl der mäßigen Ergebnisse, die wir mit der konservativen Behandlung der offenen Unterschenkelschaftfrakturen erzielt haben. Nach 3 Jahren beziehen noch mehr als 50 % der Patienten eine Dauerrente von 20 % und mehr. Während die Zeit der Ruhigstellung durch die Operation nicht wesentlich beeinflußt wird, tritt die Arbeitsfähigkeit der operativ versorgten offenen Unterschenkelschaftfrakturen etwa 2 Monate früher ein als bei den Patienten, deren Brüche konservativ behandelt wurden, und - was unserer Auffassung nach noch wichtiger ist - das funktionelle Ergebnis ist wesentlich günstiger als bei der ausschließlich konservativen Behandlung. Selbst der 1 Rentenfall, der bei der Nagelung angeführt werden mußte, besteht

unserer Meinung nach nicht zu Recht." Weiterhin sieht WEICKARDT den Wert der primären Osteosynthese darin, daß die bei konservativer Behandlung sekundär wieder auftretenden Verschiebungen, die mit Rücksicht auf die Wundheilung oder die drohende Infektionsgefahr bei dieser Behandlung nicht mehr ausgeglichen werden können, vermieden werden.

Aus diesem Grund halten auch BETZEL, BRUCK und MOSER, KÜMMERLE und LORENZ die primäre temporäre Drahtumschlingung bei langen Schräg- und Spiralbrüchen für ein sehr gutes Verfahren. BETZEL sagt dazu: "Die Behandlung der offenen Unterschenkelschaftbrüche durch Drahtumschlingung hat den Vorteil, daß mindestens in derselben Zeit wie bei konservativer Behandlung die Brüche in der bestmöglichen Stellung ausheilen und darum wiederum die bestmögliche Wiederherstellung der Funktion garantiert wird." GRUNDMANN und LINKS erzielten mit der primären Cerclage eine Heilungszeit, die um knapp 7 Wochen niedriger als bei konservativer Behandlung lag; die Arbeitsfähigkeit trat 2 Monate eher ein. Dabei war unter 7 Fällen die Wundheilung zweimal verzögert. HÄUPTLI gibt in einem Beitrag zur Drahtumschlingung an, daß sich Schräg- und Spiralbrüche in den unteren zwei Dritteln der Tibia dazu eignen. Unter 25 primär versorgten Frakturen kam es weder zur Pseudarthrose noch zu einer Osteomyelitis.

KÜPPERMANN spricht von auffallend guten Endergebnissen bei offenen Unterschenkelschaftbrüchen, bei denen die Osteosynthese mit knöchernem Material am Verletzungstage durchgeführt wurde. Wenn es zu Wundstörungen im Frakturbereich kam, waren es nur lokale Ostitiden, die sich ohne Schwierigkeiten beherrschen ließen.

Die primäre Stabilisierung offener Unterschenkelschaftbrüche mit RUSH-Pins hält MÖRL für ein sehr elegantes Verfahren, vor allem gelenknahe Brüche können damit gut behandelt werden.

Ein häufig angewandtes operatives Verfahren zur Versorgung offener Unterschenkelschaftbrüche ist die Marknagelung nach KÜNTSCHER. Quer-, Schräg- und Drehbrüche im mittleren Schaftdrittel sind nach SAEGESSER die am besten geeigneten Bruchformen. Nicht geeignet sind alle Frakturen im proximalen und distalen Tibiaabschnitt.

LENTZ, RIEDER, SCHUHMANN und SAEGESSER empfehlen unter diesen Voraussetzungen die primäre Osteosynthese bei frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen, da die absolute Ruhigstellung der Fragmente der beste Schutz gegen das Zustandekommen und die Ausbreitung einer Infektion ist.

In Frankreich sind es MERLE D' AUBIGNE, GOSSET, TRILLAT und MARET, die den Gesichtspunkt der vollkommenen Immobilisation der Bruchstücke durch eine stabile Osteosynthese bei offenen Frakturen für den wichtigsten Faktor halten. MERLE D' AUBIGNE glaubt, daß die besseren Resultate nicht allein den Antibiotica zuzuschreiben seien, da man sonst z.B. schwer infizierte Pseudarthrosen nicht zu sehen bekommen würde. GOSSET erlebte unter 55 offenen Unterschenkelbrüchen, bei denen in 23 Fällen die Osteosynthese primär durchgeführt wurde, in keinem Falle eine Osteomyelitis. Weiterhin befürwortet GOSSET die primäre Osteosynthese bei frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen deswegen, weil eine etwa eintretende Pseudarthrose besser bei guter als bei schlechter Bruchstellung behandelt werden kann, und weil fehlstehende Bruchstückenden Hautschäden auslösen können.

STAUDACHER, der 231 offene Unterschenkelschaftfrakturen primär mit dem Marknagel versorgte, tritt mit folgenden Worten für die primäre Osteosynthese dieser Frakturen ein: "Große Komplikationswunden, Kontusionsverletzungen der Haut, die dem Gewebetod anheimfallen, fordern zur primären Nagelung geradezu auf. Eine exakte Wundversorgung, Stabilisierung der Bruchstücke in Verbindung mit der Ruhigstellung der Ge-

lenke ist das Wesentliche, was gegen eine Wundinfektion unternommen werden kann. Die Gefahr der Keimverschleppung durch die primäre Nagelung ist gering. Es hat sich in praxi gezeigt, daß die richtig durchgeführte primäre Marknagelung und die dadurch erreichte Ruhigstellung mehr zu einer ungestörten Heilung beiträgt als in großen Mengen lokal und parenteral gegebene Antibiotika, wenngleich diese als willkommene Unterstützung natürlich verordnet werden. Eine offene, schlecht ruhiggestellte Fraktur ist trotz reichlicher Gabe antibiotischer Substanzen viel infektionsanfälliger als eine markgenagelte ohne sie." ... "Die primäre Marknagelung ist der einfache Weg zu einer raschen Funktionswiederherstellung des verletzten Beines." Unter 231 primär markgenagelten Frakturen traten 90,3 % Primärheilungen ein, in 3,5 % der Fälle war eine Sequestrotomie nötig; zur Pseudarthrose kam es in 1,7 % aller Fälle.

DEHNE stellt die Indikation zur primären Osteosynthese bei allen offenen Unterschenkelschaftbrüchen, ausgenommen die schwersten Zertrümmerungsbrüche mit sehr vielen Bruchstücken, die transfixiert werden. DEHNE sagt dazu: "Die Osteosynthese der offenen Fraktur ist theoretisch dadurch gerechtfertigt, daß die gerechtfertigte und so oft gerade von BÖHLER wiederholte Forderung nach absoluter Ruhigstellung der Fragmente tatsächlich nur so erfüllt werden kann. Zur Verhütung von Infektionen bei offenen Brüchen ist die Osteosynthese den anderen Methoden weit überlegen." Ein weiterer Vorteil besteht nach DEHNE, wie dies von anderen Autoren immer wieder betont wird, in der Erreichung guter funktioneller Ergebnisse.

GRIESSMANN und SCHÜTTEMEYER berichten über 15 offene Brüche, von denen 12 primär mit Doppelnagel oder Spreiznagel versorgt wurden. Bei 7 p.p. Heilungen kam es in keinem der Fälle zur Osteomyelitis oder Pseudarthrose. Der durchschnittli-

che Krankenhausaufenthalt lag nicht höher als bei den geschlossenen Brüchen, auch die Arbeitsfähigkeit trat zum gleichen Zeitpunkt ein wie bei den geschlossenen Frakturen. Die funktionellen Ergebnisse waren gut. Bei KEIL lag die durchschnittliche Dauer des Klinikaufenthaltes bei 21 zumeist primär markgenagelten Fällen bei 55 Tagen, während sich diese Zeit bei den konservativ behandelten Fällen auf 97,6 Tage belief.

Besondere Indikationen liegen nach LEMPERT und STAUDACHER bei mehrfachen Verletzungen vor, bei denen die Marknagelung die sofortige und endgültige Versorgung einer Verletzungsstelle ermöglicht und damit die Behandlung der übrigen Schäden erleichtert.

FICK bezeichnet die Ergebnisse der Marknagelung unter 577 behandelten offenen Unterschenkelschaftfrakturen sowohl hinsichtlich der Behandlungszeit als auch der Komplikationsrate den konservativ behandelten Fällen überlegen:

Behandlung	Klinikbehandlg. in Tagen	Ambulante Behandlg. in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkt. in Tagen
Konservativ	76,8	81,3	217,6
Marknagelung	68,3	55,2	163,5

Der Verlauf der Komplikationen bot folgendes Bild:

Komplikationen	Konservativ %	Nagelung %
Wundheilstörungen leichterer Art (Nagel- od. Drahteiterung)	46	45
Verzögerte Kallusbildung	19	12
Pseudarthrosen	3	1,5
Primäre Heilung der Komplikationswunden	31	39
Schwere Störungen an der Komplikationswunde	21	12

HÄBLER befürwortet zwar die primäre Osteosynthese offener Frakturen, nimmt aber die Unterschenkelbrüche wegen der schlechten Ergebnisse bei der Marknagelung aus, da hiermit eine ausreichende Stabilität zumeist nicht erreicht wird und durch die mangelnde Ruhigstellung des Bruchspaltes der drohenden Infektion nicht genügend vorgebeugt werden kann.

KÜNTSCHER, MATHISEN und OKSNE, SEIFFERT und FIEGLER mahnen zur Vorsicht bei diesen Brüchen. Sie sehen in der primär durchgeführten Marknagelung ein erhöhtes Infektionsrisiko und führen die Osteosynthese erst nach Abheilung der komplizierenden Wunde durch. SEIFFERT und FIEGLER begründen ihre Einstellung damit, daß sie bei der primären Marknagelung fast sechsmal so häufig Osteomyelitiden sahen wie bei konservativer Behandlung. Die Zahl der verzögerten Bruchheilung dagegen war bei konservativer Therapie fast doppelt so hoch wie bei den operierten Fällen. Auch in anatomischer und funktioneller Hinsicht zeigten die markgenagelten Fälle wesentlich bessere Ergebnisse.

Am weitesten ist in der operativen Knochenbruchbehandlung die Schweizer "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen" (ALLGÖWER, WILLENEGGER, MÜLLER u.a.) vorgestoßen. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, die "Frakturkrankheit", worunter die Weichteilschäden im Gefolge von Knochenbrüchen zu verstehen sind - Gelenksteifen, Muskelatrophien, Durchblutungsstörungen - zu vermeiden oder auf ein Minimum zu beschränken. Diese Absicht kann nur erreicht werden, wenn es möglich ist, auch den frakturnahen Bewegungsapparat s o f o r t zu üben. Zu diesem Zweck müssen die Bruchstücke zu einem absolut stabilen Block verbunden werden, so daß auf jede äußere Schienung verzichtet werden kann. Zur Fixation dienen Nägel, bei langen Dreh- und Schrägbrüchen Kortikalisschrauben mit eigens konstruierten Gewindegängen, die in verschiedenen Richtungen eingebohrt werden und die Bruchflächen unverrück-

bar aufeinanderpressen oder schienende Druckplatten. Nachdem die Osteosynthese wenige Stunden nach dem Unfall durchgeführt worden ist, beginnt der Verletzte bereits am Operationstag die Extremität schmerzfrei aktiv zu üben, später auch zu belasten. Zur Versorgung frischer offener Unterschenkelbrüche schreiben die Verfasser: "Außer bei sehr stark verschmutzten, unmöglich zu reinigenden Knochensplittern, was sehr selten vorkommt, ist die primäre stabile Osteosynthese erstrebenswert." ... "Die Notfallosteosynthese, unter idealen Bedingungen ausgeführt, scheint die allen offenen Frakturen anhaftende Komplikationsgefahr nicht zu erhöhen. Unsere Erfahrung zeigt im Gegenteil, daß die postoperativen Infektionen weniger häufig auftreten als nach einer konservativen Behandlung und daß die funktionellen Resultate bedeutend besser sind."

ALLGÖWER, WILLENEGGER u.a. berichten über 9 Fälle. Während 4 Patienten lediglich Durchspießungswunden zeigten, wiesen die anderen 5 große Weichteilschäden und Verschmutzung auf. 8 dieser Fälle waren nach 1 Jahr folgenlos abgeschlossen, ein Patient stand noch in Behandlung. Die volle Belastung der Extremität erfolgte im Durchschnitt nach 16 Wochen. Die Verfasser betonen, daß die Frühbelastung eine Annehmlichkeit, aber kein wesentliches Kriterium für den Enderfolg darstellt. Sie sagen dazu: "Das gute Endresultat ist zweifellos durch die Politik des frühen Bewegens und des relativ späten Belastens bei Unterschenkelfrakturen am besten gewährleistet, die nur sehr vorsichtig zu gunsten der früheren Belastung verlassen werden darf."

OTT kommt zu dem Schluß, daß die stabile Osteosynthese nach dem AO-Verfahren die beste Voraussetzung für eine glatte Konsolidation der offenen Fraktur schafft, weil sie allein eine absolute Ruhigstellung garantiert, was die beste Infektionsprophylaxe bedeutet.

An dieser Stelle sind auch KÖNIG und NEFF zu nennen, die bereits lange Zeit vor Entwicklung der AO-Methode mit der primären Osteosynthese mit LANE'schen Platten ausgezeichnete Resultate erzielten. NEFF berichtet über 11 Fälle, bei denen die offene Fraktur nach dieser primär durchgeführten Osteosynthese störungsfrei heilte. KÖNIG legt besonderen Wert auf die funktionelle Therapie, die während der Bruchheilung einsetzen muß.

Die folgende Tabelle gibt abschließend einen Überblick hinsichtlich des stationären Aufenthaltes sowie der Dauer der Arbeitsunfähigkeit bei konservativer und operativer Behandlung bei verschiedenen Autoren:

Autor	Behandlungsmethode	Zahl der Fälle	Dauer des station. Aufenthalts in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen
Ehalt (1938)	Konservativ	127	?	189
Grundmann u. Links (1955)	Konservativ	38	?	202
Weickardt (1956)	Konservativ	20	?	263
Zrubecky-Böhler (1957)	Konservativ	338	72	234*
Stringa (1957)	Konservativ	65	?	196*
Keil (1959)	Konservativ	78	97	?
Häbler (1950)	Primäre MN	39	80	127
Lempert (1951)	Primäre u. sekundäre MN	11	73	236
Weygand (1953)	Primäre MN	32	70	189
Grundmann u. Links (1955)	Primäre Cerclage	7	?	142
Weickardt (1956)	Primäre MN	7	?	191
Keil (1959)	Primäre u. sekundäre MN	21	55	?
Aichner-Böhler, J. (1961)	Primäre MN	15	27	139*
Aichner-Böhler, J. (1961)	Sekundäre MN	19	42	169*

Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Gesamtbehandlungszeit.

Über primäre Wundheilung, Häufigkeit von Pseudarthrosen und Osteomyelitiden bei konservativer und operativer Therapie bei verschiedenen Autoren gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Autor	Behandlungsmethode	Zahl der Fälle	Primäre Wundheilung %	Osteomyelitis %	Pseudarthrosen %
Ehalt (1938)	Konservativ	127	71	10,3	0
Grundmann u. Links (1955)	Konservativ	38	79	?	?
Stringa (1957)	Konservativ	65	?	24	16
Zrubecky-Böhler (1957)	Konservativ	338	80	5,2	0,6
Holdsworth (1963)	Konservativ	132	?	4,5	?
Dehne (1939)	Primäre Osteosynthesen verschiedener Art	54	?	1,8	1,8
Griessmann u. Schüttemeyer (1946/47)	Marknagelung, in 12 Fällen primär	15	?	0	0
Häbler (1950)	Primäre MN	39	70	10,3	0
Lempert (1951)	Primäre u. sekundäre MN	11	?	9,1	0
Häuptli (1956)	Primäre Cerclage	25	?	0	0
Staudacher (1962)	Primäre MN	231	90,3	3,5	1,7

7. Die isolierte offene Tibiaschaftfraktur

Auch diese Brüche entstehen fast ausschließlich durch direkte Gewalt. Der Umstand, daß bei diesen Frakturen nur in den seltensten Fällen gleichzeitige Verletzungen vorliegen, spricht dafür, daß die einwirkende Gewalt hier schwächer ist als bei den offenen Brüchen beider Unterschenkelknochen (EHALT). Meist liegt hier keine gröbere Dislokation der Fragmente vor, so daß sich in diesen Fällen durch einfache Gipsbehandlung ein gutes Heilungsergebnis erzielen läßt. Die stärker dislozierten Frakturen sowie Brüche mit größeren Wunden entsprechen in der Behandlung den offenen Schaftfrakturen beider Unterschenkelknochen. Durch die hier von Anfang an herrschende Sperrwirkung der Fibula besteht manchmal eine Heilungsverzögerung. Der Gefahr der Pseudarthrosenbildung kann in diesen Fällen durch eine Fibularesektion oder Schrägosteotomie begegnet werden.

Hier sei vor allem EHALT genannt, der genaue Ergebnisse über 30 Fälle liefert. Von diesen wurden 17 mit Gipsverband alleine, 9 mit Gips und Extension, die übrigen mit Transfixation behandelt. Bei einer p.p. Heilung in über 66 % der Fälle kam es bei 3 Patienten zu einer Osteomyelitis. Pseudarthrosen traten nicht auf. Die durchschnittliche Dauer der Konsolidierung belief sich bei den glatten Fällen (26) auf 68,4, bei allen Fällen auf 83,8 Tage. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit lag bei 122,3 bzw. 172,4 Tagen.

Die Renten bei 24 offenen Brüchen betrugen:

Rentenfrei sofort	1 = 4,2 %
nach 1 Jahr	10 = 41,6 %
nach 2 Jahren	21 = 87,5 %
nach 3 Jahren	22 = 91,7 %
nach 5 Jahren	23 = 95,8 %

1 Fall = 4,2 % hatte nach 5 Jahren eine Rente von 40 %. In 92,8 % der Fälle wurde volle Beweglichkeit in allen Gelenken erzielt, der Rest wies teilweise Einschränkung auf.

In den USA verwendet WHEELER bei der Behandlung dieser Brüche die intramedulläre Drahtfixation. Er benutzt dazu 10 - 16 Stück 18 Zoll langer Kirschnerdrähte, die von beiden Seiten des Tibiakopfes von mehreren Löchern aus eingetrieben werden. Auf BÖHLERS Empfehlung dieses Verfahrens wurde schon bei den offenen Unterschenkelschaftbrüchen eingegangen, ebenso wie seine Anwendung von ZRUBECKY gerade bei den schweren offenen Biegungs- und Trümmerfrakturen des Unterschenkels mit gutem Erfolg schon zuvor erwähnt wurde.

Bei der Anwendung der externen Fixation nach LAMBOTTE-VERBRUGGE und HOFFMANN erzielte BRICHARD bei offenen Tibiadiaphysenbrüchen die besten Ergebnisse.

Zur Vermeidung von Pseudarthrosen sowie Gelenk- und Weichteilschäden bietet sich das AO-Verfahren geradezu an (ALLGÖWER, WILLENEGGER u.a.).

8. Die isolierte offene Fibulaschaftfraktur

Für die isolierten offenen Fibulaschaftbrüche, deren Entstehung ebenfalls auf direkte Gewalteinwirkung zurückgeht, bildet die Tibia eine natürliche Schienung. Bei stärkerer Verschiebung des oberen Bruchendes können Paresen des N. fibularis auftreten, die einen operativen Eingriff notwendig machen (GARRÉ). Zur Ruhigstellung genügt ein zunächst gespaltener und evtl. gefensterter Gipsverband oder die

Lagerung des Beines in einer Oberschenkelgipslonguette auf einer Schiene. Ist die Wunde glatt geheilt, so kann man das Fenster im Gips schließen und den Patienten belasten lassen (EHALT), auch ein Zinkleimverband ist angebracht (GARRÉ).

EHALT berichtet über 6 Fälle, die alle p.p. heilten. Die durchschnittliche Konsolidierungsdauer betrug 30, die Behandlungszeit 63,6 Tage. Alle Gelenke wurden frei beweglich, die Muskulatur normal kräftig. 3 Betriebsunfälle waren nach 2 Jahren rentenfrei.

E. EIGENES KRANKENGUT

Dieser Arbeit liegen Beobachtungen an 101 Patienten zugrunde, die sich in der Zeit vom 1.1.1960 - 31.6.1965 in der Zweigabteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München wegen frischer offener Schaftfrakturen an der oberen und unteren Extremität in stationärer Behandlung befanden.

Von diesen 101 Patienten waren 55 Männer und 46 Frauen. Bei den Kranken handelte es sich meistens um Erwachsene; 12 Patienten waren unter 20 Jahre alt.

Frakturen, die erst nach einigen Tagen von auswärts in die hiesige Klinik verlegt wurden sowie Brüche, bei denen infolge der schweren Traumatisierung primäre Amputationen vorgenommen werden mußten, sind nicht miterfaßt.

Insbesondere befassen sich die Untersuchungen mit dem Vergleich der Ergebnisse bei verschiedenen Behandlungsmethoden,

nämlich bei konservativer Therapie sowie primär und sekundär durchgeführten Osteosynthesen einschließlich der AO-Druckosteosynthesen.

In dieser Arbeit sollen der Verlauf der Wundheilung, Beginn der Belastungsfähigkeit der Extremität ohne äußeres Fixationsmittel, Dauer der stationären Behandlung sowie Dauer der Arbeitsunfähigkeit und Höhe der Dauer-MdE neben den funktionellen und anatomischen Ergebnissen am Ende der Behandlung vergleichend dargestellt werden.

Ein Teil der Patienten wurde nach dem stationären Aufenthalt in hiesige ambulante Behandlung entlassen. Dadurch war hier eine Kontrolle der Behandlungsergebnisse in röntgen-anatomischer und funktioneller Hinsicht möglich.

Die übrigen Patienten wurden mit Fragebogen angeschrieben. Ebenso wurden bei der Frage nach der Dauerrente - soweit die Patienten nicht in der hiesigen Klinik begutachtet wurden - die Versicherungsträger angeschrieben.

Die Frage nach der Dauerrente - das zweite Unfalljahr war noch nicht in jedem Falle beendet - wurde nicht immer beantwortet.

1. ÜBERBLICK

Insgesamt traten bei 101 Patienten 103 offene Schaftfrakturen auf. Die bei einem Patienten gleichzeitig rechts und links vorgelegenen offenen Unterschenkelschaftfrakturen werden als 1 Fall betrachtet und dementsprechend (in einer eigenen Rubrik) nur e i n m a l gezählt. Eine weitere offene Unterschenkelschaftfraktur lag mit einer offenen Oberschenkelschaftfraktur derselben Seite vor. Sie wurde

konservativ behandelt und erscheint - da die folgende Tabelle 1 nach der Zahl der F ä l l e und nicht nach der Zahl der F r a k t u r e n ausgerichtet ist - ebenfalls als 1 Fall bei den Oberschenkelschaftbrüchen. Dort wird diese gleichseitige offene Unterschenkelschaftfraktur auch besprochen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Behandlungsmethoden, die bei den offenen Schaftfrakturen an der oberen und unteren Extremität zur Anwendung kamen:

Tabelle 1

	Oberarmschaftfrakturen	Isolierte Radiusschaftfraktur	Schaftfrakturen von Radius u. Ulna	Oberschenkelschaftfrakturen	Isolierte Tibiaschaftfrakturen	Isolierte Fibulaschaftfrakturen	Schaftfrakturen beider Unterschenkel	Schaftfrakturen von Tibia und Fibula	Insgesamt
Zahl der Fälle	4	1	20	6	5	1	1	63	101
Konservativ			4		3	1	1	35	44
Primäre Osteosynthesen (AO-Methode ausgenommen)		1	5	1				1	8
Sekundäre Osteosynthesen (AO-Methode ausgenommen)	1		11	5	1			8	26
Primäre AO-Druckosteosynthesen	2				1			15	18
Sekundäre AO-Druckosteosynthesen	1							4	5

2. BEHANDLUNG UND ERGEBNISSE DER OFFENEN SCHAFTFRAKTUREN

a) Oberarmschaftfrakturen

In unserem Krankengut waren vier Fälle zu verzeichnen. Zwei Patienten wiesen noch andere Frakturen auf, ein Patient ging nach begonnener Behandlung aus persönlichen Gründen in ein auswärtiges Krankenhaus und kam dann wieder in die hiesige Klinik zur Behandlung. Es werden daher Behandlung und Ergebnisse nicht in Tabellen zusammengefaßt, sondern an Hand der Fälle einzeln aufgezeigt.

Die Frakturen aller vier Patienten wurden operativ behandelt: Drei Frakturen wurden nach der AO-Methode mittels Druckplatten und Schrauben versorgt, davon zwei am Tage des Unfalls. In einem Fall wurde eine sekundäre Osteosynthese mit zwei RUSH-Pins vorgenommen.

Eine Übersicht über die offenen Oberarmschaftbrüche, aufgeteilt nach Seite und Geschlecht, Betriebs- und Nichtbetriebsunfällen,gibt Tabelle 2:

Tabelle 2

Insgesamt	re.	li.	Männer	Frauen	Betriebs-unfälle	Nichtbe-triebs-unfälle
4	3	1	1	3	2 (alles Frauen)	2

Von dieser Fraktur wurden Frauen und Männer in folgenden Altersstufen betroffen, wie Tabelle 3 zeigt:

Tabelle 3

Dezennium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	insgesamt
Frauen			1		1			1	3
Männer								1	1

Das Durchschnittsalter der Patienten mit offenen Oberarmschaftfrakturen lag bei 56,5 Jahren; die jüngste Patientin war 25, die älteste 75 Jahre alt.

Sitz und Form des Bruches

Querfraktur im mittleren Schaftdrittel	1
Querfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel	1
Spiralfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel mit percondylärer Fraktur	1
Trümmerfraktur im distalen Schaftdrittel	1

Verletzungsursache: In drei Fällen ließ sich ein Verkehrsunfall als Ursache der Frakturen ermitteln. Einer Patientin fiel eine Kiste von einem fahrenden Lieferwagen auf die rechte Körperseite.

Lokalisation und Art der Wunden: Sämtliche Wunden waren an der Streckseite des Oberarmes lokalisiert:
2 Rißwunden von zwei bis fünf Zentimetern Länge, 2 Rißquetschwunden mit mäßig starker Verschmutzung in einer Ausdehnung von mehreren Zentimetern.

Nervenverletzungen: 1 primäre Radialisparese. Am Ende der Nachbehandlung lag nur eine ganz geringe Besserung vor.

Behandlung und Ergebnisse der offenen Oberarmschaftfrakturen

Fall 1: Es handelt sich um eine 49-jährige Patientin, bei der eine Querfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel rechts mit Riß-Quetschwunde von mehreren Zentimetern im Frakturbereich an der Dorsalseite des re. Oberarmes vorlag. Nebenverletzungen: Rippenserienfraktur rechts.
Am Unfalltag wurde mit der primären Wundversorgung die Fraktur mit einer AO-Druckplatte versehen. P.p. Heilung der Wunde. Zwei Tage p.o. Beginn mit Bewegungsübungen. Die Pat. konnte am 15. Tag aus stationärer Behandlung entlassen werden bei guter Adaption der Fragmente und achsengerechter Stellung.
Am Ende der krankengymnastischen Behandlung waren Schulter- und Ellbogengelenk völlig frei beweglich. Volle Belastung des re. Armes 4,5 Monate nach der Operation. Dauer der AU: 5,3 Monate. Entfernung der AO-Druckplatte nach 10 Monaten.

Fall 2: Der 75-jährige Patient bot eine Spiralfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel re. mit percondylärer Fraktur. Zwei etwa zwei Zentimeter lange Rißwunden im Frakturbereich an der Dorsalseite. Außerdem

Quetschung des N. radialis durch die Fragmente mit Ausfallerscheinungen.
Mit der primären Wundversorgung wurden die Frakturen mit einer AO-Druckplatte und zwei Corticalisschrauben versehen. Der N. radialis wurde bei der Operation befreit. Es erfolgte primäre Wundheilung. Der Pat. wurde am 11. Tag mit einer Oberarmgipslonguette auf persönlichen Wunsch in ein auswärtiges Krankenhaus verlegt. Nach fünf Wochen kam der Pat. wieder zu uns in ambulante Nachbehandlung. Abnahme des zirkulären Oberarmgipses (!), der andernorts angelegt wurde. Der Pat. bot einen klinischen Sudeck im 1. Stadium. Nach einem Monat Beginn der nahezu fünfmonatigen krankengymnastischen Nachbehandlung. 6,3 Monate nach der Operation war die Fraktur schwach fest. Am Ende der Nachbehandlung, bei der der Pat. wenig mitarbeitete, lagen folgende funktionelle Ergebnisse vor: Einschränkung der aktiven Beweglichkeit im Schulter- und Ellbogengelenk zur Hälfte; Handgelenk: keine Dorsalflexion, Einschränkung der Plantarflexion um 1/4; nur geringe Wackelbewegungen der Finger, kein Spreizen und Schließen. Der Pat. ist trotz mehrmaliger Aufforderung nicht mehr bei uns erschienen.

Fall 3: Die 77-jährige Patientin zeigte eine Querfraktur im mittleren Schaftdrittel links. Rißwunde im Frakturbereich von ca. fünf Zentimetern Länge. Nebenverletzungen: Rippenserienbruch und Claviculafraktur, beide linsseitig. Nach primärer Wundversorgung konservative Behandlung.
Am 8. Tag. Versorgung der Fraktur mittels einer AO-Druckplatte. P.p. Heilung der Wunden. Komplikationen: Postoperative Radialisparese und Pleuraerguß. Es erfolgte elektrische Reizung des Nerven, dessen Leitfähigkeit noch erhalten ist. Eine Woche postoperativ Beginn mit Bewegungsübungen. Am 41. Tag Entlassung der Patientin aus stationärer Behandlung mit guter Stellung der Fragmente.

Die Patientin erschien noch zweimal zur Nachbehandlung und blieb dann aus (Wohnsitz auswärts). Es lagen folgende funktionelle Ergebnisse vor: Einschränkung der aktiven Beweglichkeit im Schultergelenk zur Hälfte, Delta- und Biceps-Atrophie. Ellbogengelenk kaum eingeschränkt; Handgelenk: Plantarflexion um 1/3 eingeschränkt, Dorsalflexion nur schwach möglich. Keine Sensibilitätsstörungen.
Die Patientin wurde angeschrieben. Ein halbes Jahr nach der Operation bezeichnete sie die Beweglichkeit in Ellbogen- und Handgelenk als "schlecht". Sie ist allerdings ihrem Alter entsprechend mit diesem Ergebnis zufrieden.

Fall 4: Die 25-jährige Patientin wurde mit einer Trümmerfraktur im distalen Schaftdrittel rechts in die Klinik gebracht. Eine Riß-Quetschwunde verlief auf der Streckseite des re. Oberarmes im Frakturbereich. Primäre Wundversorgung und zunächst konservative Behandlung. Nach p.p. Heilung der Wunde wurde die Fraktur am 12. Tag mit zwei RUSH-Pins stabilisiert. Ebenfalls p.p. Heilung der Operationswunde. Anlegen einer Gipslonguette, da sich eine stabile Osteosynthese nicht erreichen ließ. Nach vier Wochen Entfernung der Gipslonguette und Beginn mit funktioneller Nachbehandlung. Die Pat. wurde nach 77 Tagen aus stationärer Behandlung in ihren Heimatort entlassen. Der Röntgenbefund ergab eine achsengerechte Frakturstellung und beginnende Callusbildung. Bei Inaktivitätsatrophie des Oberarmes war die aktive Beweglichkeit im re. Schulter- und Ellbogengelenk noch stark eingeschränkt.
Volle Belastung des re. Armes nach 7,5 Monaten. Dauer der AU: 8,7 Monate. Höhe der Rente zwei Jahre nach dem Unfall: 30 % (die Pat. ist als Buchhalterin tätig). Die Beweglichkeit im Schulter- und Ellbogengelenk ist zu dieser Zeit noch mäßig stark eingeschränkt.

Ergebnisse der Wundheilung

a) primäre stabile Druckosteosynthese nach dem AO-Verfahren (2 Fälle): Die Wunden verheilten in beiden Fällen p.p.

b) AO-Druckosteosynthese - sekundär durchgeführt (1 Fall): Verletzungs- und Osteosynthesewunden verheilten reizlos.

c) sekundäre RUSH-Pinnung (1 Fall): Der Heilverlauf von Verletzungs- und Osteosynthesewunden zeigte keine Komplikationen.

Zusammenfassung der wesentlichen Heilstörungen der offenen Oberarmschaftfrakturen:

a) primäre stabile Druckosteosynthese nach dem AO-Verfahren (2 Fälle): 1 Sudeck'sche Erkrankung wegen falscher Nachbehandlung andernorts.

b) AO-Druckosteosynthese - sekundär durchgeführt (1 Fall): Radialisparese postoperativ.

c) sekundäre RUSH-Pinnung (1 Fall): Keine Heilstörungen. Höhe der MdE nach 2 Jahren: 30 %; mäßig starke Bewegungseinschränkungen in Ellbogen- und Schultergelenk re. Die Pat. arbeitet als Buchhalterin.

b) Isolierte offene Radius-schaftfraktur

Es stand nur 1 Patient in dem angegebenen Zeitraum in stationärer Behandlung.

Fall 5: Der 16-jährige Hilfsarbeiter stürzte während der Arbeit und zog sich eine Schrägfraktur des Radius im distalen Schaftdrittel links zu. Das proximale Fragment stand fünf Zentimeter außerhalb der Haut.
Bei der primären Wundversorgung wurde die Fraktur mit zwei Kirschnerdrähten fixiert und ein steriler Verband mit dorsaler Gipsschiene angelegt. Es kam zur p.p. Heilung der Wunde und der Pat. konnte nach 24 Tagen aus stationärer Behandlung entlassen werden. Bei ausreichender Frakturstellung war der Unterarm nach 76 Tagen belastungsfähig. Die Beweglichkeit im Ellbogen- und Handgelenk war am Ende der Nachbehandlung noch mäßig eingeschränkt. Dauer der AU: 95 Tage. Wegen leichter Schwellungsneigung mußte weiterhin eine Bandage getragen werden.

c) Schaftfrakturen von Radius und Ulna

Hier wurden 20 Patienten mit offener Schaftfraktur von Radius und Ulna stationär behandelt. In vier Fällen erfolgte die Behandlung konservativ, fünfmal wurde die Osteosynthese primär durchgeführt, und zwar in jedem Fall Pinnung beider Unterarmknochen mit RUSH-Pins. Sekundäre Osteosynthesen kamen in 11 Fällen zur Anwendung: Viermal wurden beide Unterarmknochen mit RUSH-Pins versorgt; in einem Fall erhielt die Ulna einen Kirschnerdraht, der Radius einen RUSH-Pin. Bei einer weiteren Patientin wurde nur die Ulna

mit einem RUSH-Pin versehen, bei fünf Patienten nur der Radius. Hier wurde zusätzlich in zwei Fällen ein Knochenspan angelagert.

In Tabelle 4 sind die offenen Unterarmschaftbrüche nach Seite und Geschlecht, Betriebs- und Nichtbetriebsunfällen aufgegliedert:

Tabelle 4

Insgesamt	re.	li.	Männer	Frauen	Betriebs-unfälle	Nichtbe-triebs-unfälle
20	15 =75%	5 =25%	2 =10%	18 =90%	4 = 20% (alles Frauen)	16 = 80%

Die Altersverteilung auf die einzelnen Lebensjahrzehnte zeigt Tabelle 5:

Tabelle 5

Dezennium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	insgesamt
Frauen				2	1	1	7	5	2	18
Männer			2							2
Prozentsatz insgesamt			=10%	10%	5%	5%	35%	25%	10%	

Das Durchschnittsalter lag hier bei 60,7 Jahren. Der jüngste Patient war 21, der älteste 86 Jahre alt.

Sitz und Form des Bruches: Mit 16 von 20 Fällen lagen die Querfrakturen der Häufigkeit nach an der Spitze. Darunter waren 12mal Radius und Ulna in gleicher Höhe im distalen Schaftdrittel quer gebrochen. In vier Fällen lag eine Querfraktur nur des Radius vor, die Ulna wies eine andere Bruchform auf.
In den übrigen vier Fällen waren Splitter- und Schrägfrakturen des Radius in Kombination mit verschiedenen Frakturformen der Ulna zu verzeichnen. Auch hier waren die Frakturen beider Unterarmknochen stets in demselben Schaftdrittel lokalisiert.

Verletzungsursache: Acht Patienten glitten aus und stürzten; in drei Fällen war die Unfallursache ein Sturz von der Treppe. Weitere drei Patienten waren auf einen Stuhl gestiegen und stürzten ebenfalls. Im Betrieb in eine Maschine gerieten zwei Patienten. Ein Verkehrsunfall war zweimal die Verletzungsursache; über einen Zaun bzw. Draht kletterten und zu Fall kamen weitere zwei Patienten.

Lokalisation und Art der Wunden
Folgende Wunden lagen bei 20 Patienten vor:
12 Platzwunden im Frakturbereich von 1 - 5 cm Länge, davon eine stark verschmutzte Wunde. Lokalisation: 6mal nur dorsal, in den übrigen Fällen verliefen die Wunden über die ulnare oder radiale Seite von dorsal kommend und lokalisierten sich so auf drei Seiten. 6 Durchspießungswunden, ebenfalls von 1 - 5 cm Länge. Lokalisation: In drei Fällen dorsal, in je einem Fall volar, ulnar und radial.
2 schwere Wunden mit ausgedehnter Druchtrennung der Streck- bzw. Beugemuskulatur mit Radialislähmung bzw. Läsion sämtlicher drei Handnerven (beide Patienten erhielten eine Dauerrente).

Behandlung und Ergebnisse der offenen Unterarmschaftfrakturen

Das anatomische und funktionelle Ergebnis wurde wie folgt beurteilt:

a) Anatomisches Ergebnis

I = Heilung achsengerecht
II = Heilung mit nur geringer Achsendislokation
III = Heilung in ausreichender Stellung

b) Funktionelles Ergebnis

I = Keine Gelenkbehinderung oder Bewegungseinschränkung des Ellbogengelenkes sowie eine solche des Handgelenks bis 1/4 des normalen Bewegungsumfanges
II = Aktive Bewegungseinschränkung des Ellbogen- sowie des Handgelenks von 1/4 bis 1/2 des normalen Bewegungsumfanges
III = Aktive Bewegungseinschränkung des Ellbogen- sowie des Handgelenks über 1/2 des normalen Bewegungsumfanges
IV = Ankylose

Tabelle 6 vergleicht die Ergebnisse bei verschiedenen Behandlungsmethoden im Hinblick auf die Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel, Dauer des stationären Aufenthaltes sowie der Arbeitsunfähigkeit:

Tabelle 6

Behandlung	Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen
Konservativ	4	57,5	31,0 (33,2)*	**
Primäre Osteosynthesen [1]	3	52,1	21,7	** 96 = 1 Fall
Sekundäre Osteosynthesen nach Wundheilung	11	53,2	26,8	** 153 = 1 Fall

Die angegebenen Zahlen bezeichnen jeweils den errechneten Durchschnittswert.

[1] Zwei Fälle werden wegen des Schweregrades der Verletzung bzw. wegen zusätzlicher Frakturen an anderen Extremitätenabschnitten am Ende gesondert besprochen.

* 1 Patient wurde wegen fehlender häuslicher Pflege 14 Tage länger stationär behandelt. Die erste Zahl stellt den errechneten Durchschnitt aller 4 Fälle dar, wobei diese 14 Tage abgezogen sind. Die Zahl in Klammern berücksichtigt den verzögerten Krankenhausaufenthalt.

** Von 20 Patienten waren 16 Rentner bzw. Hausfrauen. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit konnte zumeist nicht ermittelt werden. Soweit sie bekannt war, wird sie angegeben.

Das anatomische und funktionelle Ergebnis bei Abschluß der Behandlung sowie Dauerrente zeigt vergleichend bei verschiedenen Behandlungsmethoden Tabelle 7:

Tabelle 7

Behandlung	Zahl der Fälle	Anatomisches Ergebnis			Funktionelles Ergebnis				Dauerrente
		I	II	III	I	II	III	IV	
Konservativ	4	1	2	1	2	2			-*
Primäre Osteosynthesen	3	2	1		3				-
Sekundäre Osteosynthesen nach Wundheilung	11	7	4		6	3	1**		1 mit 20%

* Die Berentung im Falle der Ulna-Pseudarthrose - der Patient lehnte die Operation ab - ließ sich nicht feststellen.

** In einem Falle konnte das funktionelle Ergebnis nicht ermittelt werden, da die Patientin in der Zwischenzeit verstorben ist.

Zwei Fälle sollen wegen zusätzlicher anderer Frakturen bzw. wegen des Schweregrades der Verletzung gesondert besprochen werden.

Fall 24: Die 34-jährige Patientin bot folgenden Befund: Querfraktur der Ulna und Splitterfraktur des Radius, beide Brüche in gleicher Höhe im distalen Schaftdrittel rechts. Schwere Rißquetschwunde mit ausgedehnter Durchtrennung der Streckmuskulatur am re. Unterarm und Läsion des N. radialis. Zusätzlich lag eine geschlossene Oberarmschaftfraktur im mittleren Schaftdrittel derselben Seite vor.
Mit der primären Wundversorgung wurden beide Unterarmfrakturen sowie die Humerusfraktur geschlossen mit Rush-Pins und dorsaler Gipslonguette versehen. Alle Wunden zeigten glatten Heilverlauf. Elektrisierungs- und Übungsbehandlungen schlossen sich an. Vier Wochen nach der Operation erhielt die Pat. eine Radialisschiene. Wegen fehlender Pro- und Supination mußte am 80. Tag ein Knochenfragment zwischen Radius und Ulna entfernt werden.
Nach 109 Tagen konnte die Pat. aus stationärer Behandlung entlassen werden. Drei Monate danach wurden alle Rush-Pins entfernt.
Funktionelles Ergebnis sieben Monate nach dem Unfall: Geringe Bewegungseinschränkung im rechten Schultergelenk; deutliche Einschränkung der Beweglichkeit im re. Ellbogen- und Handgelenk bei noch leichter Radialisschwäche. Dauer der AU: 325 Tage, Höhe der Dauer-MdE: 20 %.

Fall 25: Die 48-jährige Patientin zeigte eine Querfraktur von Radius und Ulna im proximalen Schaftdrittel rechts mit Durchtrennung fast der gesamten Streckmuskulatur und eines Großteils der Beugemuskulatur des Unterarms; Läsion sämtlicher drei Handnerven. Mit der primären Wundversorgung wurden Ulna und Radius mit Rush-Pins versehen und ein Schienenverband für vier Wochen angelegt. Der Wunddefekt granuliert p.s.
Elektrisierungs- und Übungsbehandlungen folgten. Nach 80 Tagen wurde die Pat. mit folgendem Ergebnis aus stationärer Behandlung entlassen: Bei achsengerechter Fraktur-

stellung war die Beweglichkeit im Ellbogengelenk stark eingeschränkt. Im Handgelenk waren nur angedeutete Wackelbewegungen möglich. Die Fingergelenke konnten nur minimal aktiv gebeugt und gestreckt werden.
12 Monate nach dem Unfall wurde eine Pseudarthrose der Ulna festgestellt; die Ulna wurde mit einer AO-Halbrohrplatte stabilisiert, der Rush-Pin entfernt. Die Wunden verheilten p.p. Nach 14 Tagen konnte die Pat. die Klinik verlassen. Die Ulna zeigte achsengerechte Stellung und gute Adaption der Fragmente. Dauer der AU: Die Pat. arbeitete seit dem Unfall nicht mehr. Höhe der Dauer-MdE: 66 2/3 %.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die wesentlichen Heilstörungen der offenen Unterarmschaftfrakturen.

Tabelle 8

	Konservativ	Primäre Osteosynthesen	Sekundäre Osteosynthesen	Insgesamt
Zahl der Fälle	4	5	11	20
Verzögerte Bruchheilung	1	-	1	2
Pseudarthrose (hier: nur der Ulna)	1	1*	-	2
Sudeck'sche Erkrankung (klinisch u. röntgenologisch)	-	-	1	1
Osteomyelitis	-	-	-	-

* Diese Pseudarthrose entstand nach einer sehr schweren Verletzung des Unterarmes.

Sonstige Operationen: In einem Fall einer primär durchgeführten Osteosynthese mußte wegen fehlender Pro- und Supination am 80. Tag ein Knochenfragment zwischen Radius und Ulna entfernt werden. Bei einer sekundär durchgeführten Osteosynthese wurde eine partielle Ulnaresektion wegen manus-radioflexa mit erneuter Rush-Pinnung vorgenommen.

Ergebnisse der Wundheilung

a) konservativ behandelte Fälle (4 Fälle): In drei Fällen heilten die Wunden p.p.; bei einem Patienten kam es zu einer kleinen Hautnekrose.

b) Primäre Osteosynthesen (5 Fälle): Verletzungs- und Osteosynthesewunden zeigten bei vier Patienten eine p.p. Heilung. Bei einer schweren Verletzung kam es zur Heilung der Verletzungswunde per granulationem.

c) Sekundäre Osteosynthesen (11 Fälle): In 10 Fällen kam es zur p.p. Heilung, einmal zur p.s. Heilung der Verletzungswunde. Die Osteosynthesewunden zeigten in allen Fällen eine p.p. Heilung.

d) Offene Oberschenkelschaftfrakturen

Sechs Patienten mit sieben offenen Schaftfrakturen wurden in dem angegebenen Zeitraum stationär behandelt, darunter nur zwei Fälle mit offener Femurschaftfraktur alleine. Da es schon einer beträchtlichen Gewalteinwirkung bedarf, ist es leicht verständlich, daß diese Brüche häufig mit Frakturen an anderen Extremitätenabschnitten vergesellschaftet sind.

Eine Tabelle, die vergleichende klare Ergebnisse - nur auf die Oberschenkelschaftfrakturen bezogen - liefert, läßt sich daher nicht aufstellen und ist alleine schon der geringen Fallzahl wegen wenig sinnvoll. So sollen auch hier Behandlung und Ergebnisse an Hand der Fälle einzeln aufgezeigt werden.

Sämtliche Oberschenkelschaftfrakturen wurden operativ behandelt: Eine primäre, geschlossen durchgeführte Nagelung nach KÜNTSCHER; die übrigen fünf Osteosynthesen wurden sekundär durchgeführt. Darunter fiel eine HERZOG-Nagelung bei einer Oberschenkelstückfraktur mit Anlagerung von Knochentransplantaten aus der Knochenbank; in den übrigen Fällen wurde eine KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt. Bei einer Torsionsfraktur wurden zusätzlich zwei Drahtumschlingungen angelegt. In zwei Fällen erfolgte die Osteosynthese wegen verzögerter Knochenheilung nach konservativer Behandlung; dies war der Fall bei einer Quer- und einer Stückfraktur. Die letzte offene Fraktur betrifft eine zusätzliche Tibiaspiralfraktur derselben Seite mit Abbruch des Innenknöchels; sie wurde konservativ behandelt.

Tabelle 9 gibt eine Übersicht über die offenen Oberschenkelschaftbrüche, aufgeteilt nach Seite und Geschlecht, Betriebs- und Nichtbetriebsunfällen:

Tabelle 9

Insgesamt	re.	li.	Männer	Frauen	Betriebs-unfälle	Nichtbe-triebs-unfälle
6	2	4	5	1	1 (Mann)	5

Tabelle 10 zeigt die Verteilung auf die einzelnen Lebensjahrzehnte:

Tabelle 10

Dezennium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	insgesamt
Frauen			1				1
Männer		1	2		1	1	5

Das Durchschnittsalter betrug 32,3 Jahre; der jüngste Patient war 18, der älteste 56 Jahre alt.

Sitz und Form des Bruches

Querfraktur im mittleren Schaftdrittel	2
Querfraktur in Schaftmitte	1
Trümmerfraktur im mittleren Schaftdrittel mit offener Tibiaspiralfraktur im mittleren Schaftdrittel derselben Seite mit Abbruch des Innenknöchels	1
Torsionsfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel	1
Stückfraktur mit einem ca. 12 cm langen Fragment	1

Verletzungsursache: Unter diesen sechs Fällen führte viermal ein Verkehrsunfall zum offenen Bruch des Oberschenkelschaftes. Davon erlitten drei Patienten zusätzliche Frakturen an anderen Knochen. Ein poliomyelitisch Teilgelähmter rutschte aus und zog sich eine offene Femurschaftfraktur an seinem erkrankten Bein zu.

Lokalisation und Art der Wunden: Durch die Verletzungsursache ist es verständlich, daß es sich hier zumeist um schwerere Wunden handelt. Art und Lokalisation sind bei den einzelnen Fällen genau beschrieben.

Behandlung und Ergebnisse der offenen Oberschenkelschaftfrakturen

Fall 26: Die 21-jährige Patientin zeigte eine offene Querfraktur des Oberschenkels in Schaftmitte re. mit ca. 15 cm langer, mäßig verschmutzter Rißquetschwunde an der Außenseite des Oberschenkels im Frakturbereich. Nach der primären Wundversorgung wurde eine geschlossene KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt. P.p. Heilung der Wunden. Die Fraktur konnte nach vier Wochen vorsichtig belastet und die medico-mechanischen Bewegungsübungen fortgesetzt werden. Bei guter Frakturstellung und beginnender Callusbildung konnte die Pat. nach 53 Tagen in ihren Heimatort entlassen werden. Die Beweglichkeit im Hüft- und Kniegelenk waren zu dieser Zeit beinahe völlig frei. Dauer der AU: 178 Tage.

Fall 27: 50-jähriger Patient mit alter poliomyelitischer Teillähmung des linken Unterschenkels; offene Torsionsfraktur des Oberschenkels an der erkrankten Extremität am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel links. Zehn Zentimeter oberhalb des proximalen Kniescheibenrandes an der medialen Seite des Oberschenkels ragte der untere Teil des proximalen Femurschaftes einige Zentimeter aus der Wunde.
Nach entsprechender Vorbereitung wurde für drei Wochen ein Streckverband angelegt. Die Wunde verheilte p.p. Danach KÜNTSCHER-Nagelung und Anlegen von zwei Drahtumschlingungen. Bei dieser Gelegenheit erfolgte auch die Entfernung eines Schenkelhalsnagels.

Bei glatter Heilung der Operationswunden wurde der Pat. nach 98 Tagen aus stationärer Behandlung entlassen. Nach Abschluß der krankengymnastischen Behandlung konnten folgende Ergebnisse verzeichnet werden: Bei achsengerechter Stellung war die Fraktur nach 115 Tagen schwach fest. Die erreichte Gelenkbeweglichkeit entsprach nach Angabe des Patienten dem Status vor dem Unfall. Dauer der AU: 123 Tage. (Keine Dauerrente für die Fraktur)

Fall 28: Es handelte sich um einen 18-jährigen Patienten mit einem Querbruch des Oberschenkels im mittleren Schaftdrittel links mit ca. drei Zentimeter langer Rißwunde über dem Frakturbereich volar. Am Unfalltag erfolgte primäre Wundversorgung und Anlegen einer Calcaneusdrahtextension für eine Woche. Nach p.p. Heilung der Wunde wurde eine KÜNTSCHER-Nagelung durchgeführt, ebenfalls mit nachfolgender p.p. Heilung. Vier Wochen später war bereits eine gute Belastung des Beines möglich. Stationärer Aufenthalt: 38 Tage.
Am Ende der Nachbehandlung lagen folgende Resultate vor: Bei achsengerechter Stellung war die Fraktur nach 121 Tagen klinisch fest. Freie Beweglichkeit in allen Gelenken bei mäßig ausgeprägter Muskelatrophie. Dauer der AU: 156 Tage. (Keine Dauerrente)

Fall 29: Der 56-jährige Patient bot einen Stückbruch des Oberschenkels mit ca. 12 cm langem Schaftfragment rechts. Außerdem pertrochantere Schenkelhalsfraktur derselben Seite und Fibularisparese rechts. Auf der Innenseite des frakturierten Oberschenkels befanden sich drei ca. 1 1/2 cm lange Rißwunden im Frakturbereich, über dem re. Knie eine ausgedehnte Weichteilplatzwunde.
Am Unfalltag primäre Wundversorgung und Calcaneus-Extensionsverband. Die Dauer ließ sich nicht feststellen. Nach teilweiser Sekundärheilung der Wunden erfolgt nach acht Wochen wegen verzögerter Knochenheilung eine Osteosynthese

mit einem HERZOG-Nagel mit Anlagerung von Knochentransplantaten aus der Knochenbank. Die Operationswunden verheilten p.p. und der Pat. konnte nach 197 Tagen in seinen Heimatort mit folgendem Ergebnis entlassen werden: Bei achsengerechter Stellung und mäßiger Callusbildung war beim Gehen mit Krücken eine leichte Belastung des Beines möglich. Stärkere Einschränkung der Beweglichkeit im Hüftgelenk, die aktive Beweglichkeit im Kniegelenk umfaßte einen Winkel von 40 Grad.
Nach 9 Monaten erschien der Pat. wieder in unserer Klinik: Die Fraktur zeigte noch deutliche Calluslücken. Drei Jahre nach dem Unfall mußte der Pat. immer noch einen Stock beim Gehen benutzen und klagte über starke Schmerzen bei Belastung des um drei Zentimeter verkürzten Beines. Die Beweglichkeit im Hüftgelenk bezeichnet der Pat. drei Jahre nach dem Unfall als "mäßig gut", im Kniegelenk ist sie weiterhin stark eingeschränkt. Der Pat. arbeitet seit dem Unfall nicht mehr (Zimmermann). Höhe der Dauer-MdE: 60 %.

Fall 30: Der 28-jährige Patient zog sich eine Querfraktur des Oberschenkels im mittleren Schaftdrittel li. mit schweren Weichteilwunden über dem Frakturbereich ventromedial zu. Außerdem offene Kniegelenksverletzung beidseits mit Patellafraktur re. Zusätzlich lag eine geschlossene Oberarmschaftfraktur li. vor.
Am Unfalltag wurde nach primärer Wundversorgung eine Tibiakopfdrahtextension angelegt. Teilweise Sekundärheilung der Wunde. Da die Wunde über der Schaftfraktur zwischenzeitlich noch nicht völlig abgeheilt war, wurde von der vorgesehenen Nagelung abgesehen und versucht, den Bruch konservativ festwerden zu lassen. Bei guter Stellung ging die Callusbildung langsam vor sich. Bei vorsichtiger Belastung nach 14 Wochen rutschte die Fraktur ab, so daß die KÜNTSCHER-Nagelung doch durchgeführt

werden mußte. P.p. Heilung der Operationswunden. Dauer des stationären Aufenthaltes: 134 Tage.
122 Tage nach der Nagelung kann das Bein voll belastet werden. Am Ende der krankengymnastischen Nachbehandlung war die Beweglichkeit im li. Hüftgelenk kaum, im li. Kniegelenk stärker eingeschränkt bei deutlich ausgeprägter Muskelatrophie. Dauer der AU: 231 Tage. (Keine Dauerrente)

Fall 31: Der 21-jährige Patient zog sich eine Trümmerfraktur des Femur im mittleren Schaftdrittel links mit einer fünf Zentimeter langen tiefen Rißplatzwunde an der Außenseite des Oberschenkels im Frakturbereich zu. Außerdem: geschlossene Frakturen des li. Ober-, des re. Unterarmes sowie des Unterkiefers. Die offene Tibiaschaftfraktur ebenfalls der li. Seite wird im Anschluß besprochen.
Am Unfalltag wurde nach primärer Wundversorgung eine Tibiadrahtextension für zwei Wochen angelegt. Am 15. Tag KÜNTSCHER-Nagelung. Nach weiteren drei Monaten erfolgreiche Sequestrotomie wegen rezidivierender Osteomyelitis. Bei stationärer Entlassung nach 168 Tagen zeigte die Fraktur eine teilweise knöcherne Durchstrukturierung. Zusätzlich lag eine offene Spiralfraktur der Tibia im mittleren Schaftdrittel li. mit Abbruch des Innenknöchels vor. Eine vier Zentimeter lange, quer verlaufende Platzwunde zog über die Tibiamitte ventral; am Innenknöchel befand sich eine ca. 10 cm lange bis auf das Periost reichende Riß-Platzwunde.
Primäre Wundversorgung, offene Reposition und Ruhigstellung der Fraktur in einer Gipsschiene am Unfalltag. P.s. Heilung der Wunden. Nach Entfernung des Tuberositasdrahtes (s. oben) Anlegen einer Calcaneusdrahtextension und Gipsverband, der über das Kniegelenk bis zum unteren Pol der Operationswunde am Oberschenkel reichte. Nach drei Wochen Versuch einer Nagelung. Die Fraktur ließ sich

jedoch geschlossen nicht stellen. Wegen zu starker Hautschädigung und Krustenbildung im Frakturbereich wurde auf eine offene Frakturstellung verzichtet. Nunmehr wurde die Fraktur im Böhler-Extensionsgerät und Gipsverband ruhiggestellt. Nach weiteren vier Monaten war eine Fibularesektion von 4 cm Länge wegen leichter Fehlstellung durch Fibulasperrung nötig. Die Tibiafraktur war vier Wochen später, also 5,3 Monate nach dem Unfall in mäßiger Lateralabwinkelung und mäßiger Rekurvation knöchern fest geworden. Der Pat. wurde nach 168 Tagen aus der Klinik in seinen Heimatort entlassen. Ergebnis: Volle Belastung des li. Beines 211 Tage nach dem Unfall. Alle Gelenke waren zu dieser Zeit gut beweglich. Der Pat. nahm sein Studium neun Monate nach dem Unfall wieder auf.

Ergebnis der Wundheilung

a) In dem einen Fall der primär geschlossen durchgeführten KÜNTSCHER-Nagelung verheilten Verletzungs- und Nagelungswunden p.p.

b) In den übrigen fünf Fällen von sekundär durchgeführter Nagelung kam es dreimal zur p.p., zweimal zur p.s. Heilung der Verletzungswunden. Die Osteosynthesewunden verheilten in 4 Fällen p.p., in einem Fall trat eine Osteomyelitis nach Nagelung auf.

c) Die Verletzungswunde der offenen Tibiaschaftfraktur verheilte p.s.; die Operationswunde wegen Fibulateilresektion zeigte p.p. Heilung.

Zusammenfassung der wesentlichen Heilstörungen der offenen Oberschenkelschaftfrakturen

a) Im Falle der primär geschlossen durchgeführten KÜNTSCHER-Nagelung verlief die Knochenheilung ohne Komplikationen.

b) Sekundäre Osteosynthesen (5 Fälle): In zwei Fällen, bei einer Quer- und einer Stückfraktur, wurde eine sekundäre Osteosynthese wegen verzögerter Knochenheilung nach konservativer Therapie durchgeführt. Unter fünf sekundären Osteosynthesen trat in einem Falle eine Osteomyelitis auf.

c) In dem einen Fall mit zusätzlicher offener Tibiaschaftfraktur derselben Seite mußte eine partielle Fibularesektion wegen leichter Fehlstellung durch Fibulasperrung vorgenommen werden.

e) Isolierte offene Tibiaschaftfrakturen

Zur isolierten offenen Fraktur des Tibiaschaftes kam es in fünf Fällen. Drei Patienten wurden konservativ behandelt, in einem Fall wurde nach Abheilung der Wunde sekundär eine Osteosynthese mit einem Rohrschlitznagel nach HERZOG und einmal eine primäre Druckosteosynthese mit einer Platte nach der AO-Methode durchgeführt.

Wegen der geringen Zahl der Fälle - von denen einer nicht bis zum Ende der Behandlung verfolgt werden konnte - sollen Behandlung und Ergebnisse einzeln dargestellt werden.

Eine Übersicht über die offenen Tibiaschaftbrüche, aufgeteilt nach Seite und Geschlecht, Betriebs- und Nichtbetriebsunfällen gibt Tabelle 11:

Tabelle 11

Insgesamt	re.	li.	Männer	Frauen	Betriebsunfälle	Nichtbetriebsunfälle
5	4	1	3	2	2 Männer	3

Tabelle 12 zeigt die Verteilung der isolierten offenen Tibiaschaftfrakturen auf Alter und Geschlecht:

Tabelle 12

Dezennium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	ingesamt
Frauen		1	1				2
Männer		1				2	3

Das durchschnittliche Alter betrug 35 Jahre, wobei der jüngste Patient 15, der älteste 59 Jahre alt war.

Sitz und Form des Bruches

Stückfraktur an der Grenze vom proximalen zum mittleren Schaftdrittel	1
Torsionsfraktur an der Grenze vom proximalen zum mittleren Schaftdrittel	1
Schrägfraktur im mittleren Schaftdrittel	1
Trümmerfraktur im mittleren Schaftdrittel	1
Querfraktur an der Grenze vom mittleren zum distalen Schaftdrittel	1

Verletzungsursache: In vier Fällen führte ein Verkehrsunfall, davon ein Wegeunfall, zur offenen Fraktur des Tibiaschaftes. Ein Patient wurde von einem Rollwagen während der Arbeit angefahren.

Lokalisation und Art der Wunden: Vier Verletzte wiesen Platzwunden von vier bis sechs Zentimetern auf; die Wunden verliefen entweder über die Vorderseite der Tibia oder sie lagen lateral der Tibia. In einem Fall lag eine zusätzliche 10 Zentimeter lange Rißplatzwunde vor, die vom rechten Außenknöchel nach dorsal und proximal zog. Eine Durchspießungswunde war in einem Fall zu verzeichnen. Nervenverletzungen lagen in keinem Fall vor.

Behandlung und Ergebnisse der isolierten offenen Tibiaschaftfrakturen

Fall 32: Die 15-jährige Patientin zeigte eine Querfraktur an der Grenze vom mittleren zum distalen Schaftdrittel rechts mit einer fünf Zentimeter langen Platzwunde auf der Vorderseite des Schienbeins über der Fraktur. Eine weitere 10 cm lange Riß-Platzwunde zog vom re. Außenknöchel nach dorsal und proximal.

Nach primärer Wundversorgung wurde die Fraktur mit Unterschenkelschienenverband und Oberschenkelgipsverband behandelt. Die Wunde verheilte p.p. Entlassung der Patientin aus stationärer Behandlung nach 49 Tagen. Das rechte Bein war in achsengerechter Stellung nach 72 Tagen ohne Stützverband leicht belastbar. Am Ende der Nachbehandlung waren Knie- und Sprunggelenke nahezu frei beweglich. Dauer der AU: 89 Tage.

Fall 33: Der 19-jährige Patient wurde mit einer Torsionsfraktur an der Grenze vom proximalen zum mittleren Schaftdrittel rechts mit einer sechs Zentimeter langen Platzwunde über der Tibiakante im Frakturbereich in die Klinik gebracht.
Nach primärer Wundversorgung erfolgte konservative Behandlung im Extensionsverband. Die Wunde verheilte p.p. Der Pat. wurde nach 43 Tagen aus stationärer Behandlung entlassen.
Er konnte bei ausreichend achsengerechter Stellung nach 124 Tagen mit der Belastung seines Beines ohne äußeres Fixationsmittel beginnen. Ein Druckulcus an der Ferse mußte längere Zeit ambulant nachbehandelt werden.
Am Ende der krankengymnastischen Nachbehandlung war die Beweglichkeit in den Sprunggelenken noch stärker eingeschränkt.

Fall 34: Bei dem 56-jährigen Patienten lag ein Schrägbruch im mittleren Schaftdrittel rechts mit Durchspießungswunde über der Tibia vor.
Nach primärer Wundversorgung wurde die Fraktur mit einer Oberschenkelgipslonguette ruhiggestellt. Der Pat. wurde nach vier Tagen zur Weiterbehandlung in seinen Heimatort entlassen. Der weitere Verlauf der Wund- und Knochenheilung sowie das funktionelle Ergebnis waren nicht zu ermitteln.

Fall 35: Es handelte sich um einen 59-jährigen Patienten mit einer Trümmerfraktur im mittleren Schaftdrittel links mit einer vier Zentimeter langen Platzwunde über der Tibiakante im Frakturbereich neben mehreren Schürfwunden über der Tibiakante.
Es erfolgte primäre Wundversorgung und Anlegen einer Calcaneus-Drahtextension. Nach p.p. Heilung der Wunde wurde am 11. Tag die Fraktur mit einem Rohrschlitznagel nach HERZOG versehen. Entlassung des Pat. am 30. Tag.
Bei achsengerechter Stellung konnte die Fraktur 64 Tage nach dem Unfall ohne äußeres Fixationsmittel leicht belastet werden. Am Ende der funktionellen Nachbehandlung waren Knie- und Sprunggelenke frei beweglich. Dauer der AU: 82 Tage.

Fall 36: Eine 26-jährige Patientin wies eine Stückfraktur an der Grenze vom proximalen zum mittleren und vom mittleren zum distalen Schaftdrittel re. auf; im oberen Drittel der Tibia befand sich fibular neben der Tibia eine ca. sechs Zentimeter lange Platzwunde, aus der ein Teil eines abgesprengten Knochens herausragte.
Mit der primären Wundversorgung wurde die Fraktur mit einer Druckplatte nach dem AO-Verfahren versehen. Nach p.p. Heilung der Wunden konnte die Pat. nach 14 Tagen mit ausgezeichneter Frakturstellung bei guter Gelenkbeweglichkeit mit einem Gehapparat aus stationärer Behandlung entlassen werden.
Acht Wochen nach dem Unfall begann die Pat. das Bein zu belasten. Knie- und Sprunggelenke waren frei beweglich.
Die Patientin unternahm 8 Monate später Wanderungen und Bergtouren ohne die geringsten Beschwerden. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit war nicht zu eruieren.

Zusammenfassende Ergebnisse der Wundheilung

a) Konservativ behandelte Fälle (3 Fälle): Die Verletzungswunden verheilten bei zwei Patienten p.p. Bei einem Pat. konnte die Wundheilung nicht verfolgt werden.

b) Primäre AO-Druckosteosynthese (1 Fall): Die Wundheilung verlief störungsfrei.

c) Sekundäre Nagelung (1 Fall): Verletzungs- und Operationswunde zeigten glatten Heilverlauf.

Zusammenfassung der wesentlichen Heilstörungen der isolierten offenen Tibiaschaftfrakturen

Weder bei den konservativ behandelten - von dem einen nicht verfolgbaren Fall abgesehen - noch den mit primärer Druckosteosynthese bezw. sekundärer Nagelung versorgten Frakturen trat irgendeine Störung im Verlauf der Knochenheilung ein.

Lediglich in einem Fall machte ein durch Gipsbehandlung entstandenes Druckulcus eine längere Nachbehandlung nötig.

f) Isolierte offene Fibulaschaftfraktur

Hier wies das Krankengut nur einen Fall auf.

Fall 37: Der 38-jährige Patient erlitt eine Trümmerfraktur der Fibula rechts am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel mit großer verschmutzter Weichteildefektwunde im Bereich der fibularen Seite der Wade. Sofortige Wundversorgung und Deckung des Weichteildefektes mit einem Verschiebelappen. Behandlung der Fraktur mit elastischem Kompressionsverband, dorsaler Oberschenkelgipslonguette und Lagerung auf Sandsäcken.
Die Plastik heilte p.p. ein, so daß der Pat. am 28. Tag bei im wesentlichen achsengerechter Stellung der Fibula die Klinik verlassen konnte.
Die Fraktur war nach 41 Tagen knöchern konsolidiert. Die Beweglichkeit in Knie- und Sprunggelenken war am Ende der Nachbehandlung weitgehend frei. Dauer der Arbeitsunfähigkeit: 74 Tage.

g) Offene Schaftfrakturen beider Unterschenkel

Es war nur ein Fall zu verzeichnen.

Fall 38: Die 60-jährige Patientin wurde als Fußgängerin auf dem Weg zur Arbeit angefahren: offene Schaftfrakturen beider Unterschenkelknochen rechts und links. Rechts: Querbruch der Tibia im mittleren Schaftbereich, Fibulafraktur in gleicher Höhe. Links: Schrägbruch der Tibia an der Grenze vom mittleren zum distalen Drittel, Fibulafraktur ebenfalls in gleicher Höhe. Im Frakturbereich be-

fanden sich mehrere Platzwunden bis sechs Zentimeter Länge quer über die Tibiakante verlaufend.
Nach primärer Wundversorgung wurden beide Frakturen konservativ behandelt. Die Wunden verheilten p.p. 14 Wochen nach dem Unfall waren die Frakturen in befriedigender Stellung ausreichend knöchern konsolidiert, so daß Zinkleimverbände angelegt werden konnten. Beginn mit krankengymnastischer Behandlung.
Entlassung aus stationärer Behandlung nach 127 Tagen. Der Klinikaufenthalt verzögerte sich durch eine zweimal beginnende Pneumonie, Thrombophlebitis am li. Unterschenkel, ein kleines Decubitalgeschwür an der li. Ferse und stenokardische Beschwerden.
Am Ende der Nachbehandlung lag folgendes funktionelles Ergebnis vor: Beide Beine konnten sechs Monate nach dem Unfall voll belastet werden. Die Beweglichkeit in den Kniegelenken war gering eingeschränkt, beide Sprunggelenke zeigten schmerzhafte Bewegungseinschränkungen bei starken Durchblutungsstörungen der unteren Extremitäten.
Höhe der Dauer-MdE: 40 %. Wegen Erreichung der Altersgrenze arbeitete die Patientin seit dem Unfall nicht mehr.

h) Offene Schaftbrüche von Tibia und Fibula

Die offenen Unterschenkelschaftbrüche mit Frakturen der Tibia und Fibula stehen zahlenmäßig an der Spitze aller offenen Schaftbrüche. Bei seiner relativ weiten Entfernung vom Stamm ist der Unterschenkel in ganz besonderem Maße Verletzungen ausgesetzt. Je dichter der frakturierende Knochen der bedeckenden Oberfläche anliegt, um so leichter tritt eine komplizierende Wunde auf, welche die Fraktur zur offenen macht. So erklärt sich die große Zahl der offenen Unterschenkelschaftbrüche im Vergleich zu den offenen Schaftbrüchen an den anderen Extremitätenabschnitten.

Auch in unserem Krankengut sind mit 63 Fällen die offenen Schaftbrüche von Tibia und Fibula am häufigsten vertreten.

Von diesen 63 Frakturen wurden 43 primär konservativ behandelt. Darunter kam in 38 Fällen der Gipsverband mit Extension zur Anwendung, bei den übrigen fünf Patienten der Gipsverband allein. Wegen ergebnisloser konservativer Behandlung, d.h. wegen schlechter Stellung der Fragmente mußte viermal und wegen Muskelinterposition zweimal nach mehreren Wochen sekundär eine Osteosynthese durchgeführt werden. In zwei weiteren Fällen wurden die Frakturen wegen starker Dislokation zunächst konservativ im Extensionsverband behandelt.

Werden diese acht Fälle, in denen sekundär eine Osteosynthese notwendig war, von den primär konservativ behandelten Frakturen abgezogen, so wurden von 63 offenen Unterschenkelschaftfrakturen 35 = 55,6 % konservativ und 28 = 44,4 % operativ behandelt.

Folgende Osteosynthesemethoden kamen dabei zur Anwendung: 1 primäre Drahtumschlingung, 15 primäre Druckosteosynthesen nach dem AO-Verfahren mittels Platten und Schrauben, 4 sekundäre Druckosteosynthesen nach dem AO-Verfahren mittels Platten und Schrauben, 4 sekundäre KÜNTSCHER-Nagelungen, 3 sekundäre Osteosynthesen mit einem HERZOG-Nagel, und eine sekundäre Drahtumschlingung.

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die offenen Unterschenkelschaftbrüche, aufgeteilt nach Seite und Geschlecht, Betriebs- und Nichtbetriebsunfällen:

Tabelle 13

Insgesamt	re.	li.	Männer	Frauen	Betriebs-unfälle	Nichtbe-triebs-unfälle
63	25	38	42	21	20 (darunter 5 Frauen)	43

Von dieser Fraktur wurden Frauen und Männer in den verschiedenen Altersstufen betroffen, wie Tabelle 14 zeigt:

Tabelle 14

Dezennium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	insgesamt
Frauen		2		5	3	4	5	2	21
Männer		6	12	6	2	6	8	2	42
Prozentsatz insgesamt		12,7%	19%	17,5%	7,9%	15,9%	20,6%	6,4%	

Bei den offenen Unterschenkelschaftbrüchen lag das Durchschnittsalter bei 43,9 Jahren. Der jüngste Patient war 15, der älteste 75 Jahre alt.

Sitz und Form des Bruches:

a) Die Querfrakturen waren mit 22 Fällen am häufigsten vertreten. Die Mehrzahl dieser Frakturform war im mittleren Schaftdrittel lokalisiert. An zweiter

Stelle war der Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel bevorzugt; es folgten der Häufigkeit nach das distale und proximale Schaftdrittel.

b) S t ü c k - und T r ü m m e r f r a k t u r e n waren in 15 Fällen zu verzeichnen. Das mittlere Schaftdrittel und die Grenze vom mittleren zum distalen Schaftdrittel waren zahlenmäßig gleich häufig betroffen. Das distale und proximale Schaftdrittel folgten der Häufigkeit nach auch hier.

c) S c h r ä g f r a k t u r e n traten 13mal auf. Diese Frakturform verteilte sich gleich häufig auf das mittlere Schaftdrittel, die Grenze vom mittleren zum distalen und auf das distale Schaftdrittel. In einem Fall war der Übergang vom proximalen zum mittleren Schaftdrittel betroffen.

d) Zur S p i r a l f r a k t u r der Tibia kam es ebenfalls in 13 Fällen. Dabei war die Grenze vom mittleren zum distalen Schaftdrittel bevorzugt. Weiterhin waren der Häufigkeit nach distales und mittleres Schaftdrittel betroffen.

Verletzungsursache: Unter 63 Patienten führte in 45 Fällen, also in über 71 % ein Verkehrsunfall zur offenen Fraktur des Unterschenkels. Dabei wurden die Patienten zumeist als Fußgänger angefahren; die nächste größere Gruppe bilden die Motorradunfälle. Auf glattem Boden, Eis oder der Straße ausgerutscht sind acht Patienten. Siebenmal war ein Sturz von der Treppe, vom Stuhl, beim Schlittschuh- bzw. Skilaufen oder beim Überklettern eines Drahtes die Verletzungsursache. In drei weiteren Fällen wurden die Patienten von einem schweren Gegenstand am Unterschenkel getroffen.

Lokalisation und Art der Wunden:
15 mittlere bis schwere Wunden mit z.T. großen Weichteilverletzungen bei mäßig bis starker Verschmutzung. 14 Platzwunden im Frakturbereich von zwei bis 12 Zentimetern Länge. Lokalisation: In acht Fällen weitgehend auf die Tibiavorderseite begrenzt; sechsmal über die Tibia nach medial bzw. lateral reichend.

14 Rißwunden im Frakturbereich von ein bis 15 Zentimetern Länge. Lokalisation: In 10 Fällen über die Tibiavorderseite nach medial bzw. lateral verlaufend; in den übrigen Fällen lag die Wunde in ihrer größeren Ausdehnung lateral der Tibia.

9 primäre Durchspießungswunden. Das Knochenfragment ragte dabei bis zu vier Zentimetern aus der Wunde. Lokalisation: In acht Fällen über der Tibiavorderseite, einmal beugeseitig.

5 sekundäre Durchspießungswunden; sämtliche über der Tibiavorderseite gelegen.

5 Quetschwunden von mäßiger Ausdehnung und Verschmutzung. In allen Fällen verlief die Wunde über die Vorderseite der Tibia.

1 Schnittwunde von fünf Zentimetern Länge, im Frakturbereich quer über die Tibiavorderseite verlaufend.

Nervenverletzungen: Bei zwei Patienten lag eine primäre Fibularisparese vor. In einem Fall besserte sie sich nach entsprechender Behandlung weitgehend, im anderen mußte die Patientin nach Abschluß der Behandlung orthopädische Schuhe mit einer Fibularisfeder tragen, die Höhe der Dauer-MdE betrug bei ihr 15%. Zwei weitere Patienten wiesen seit dem Unfall Sensibilitätsstörungen am Fußrücken und auf der medialen Seite des Fußes auf.

Behandlung und Ergebnisse der offenen Unterschenkelschaftfrakturen

Das anatomische und funktionelle Ergebnis wurde wie folgt beurteilt:

a) Anatomisches Ergebnis

I = Frakturen, die in achsengerechter Stellung ausgeheilt waren

II = Heilung mit nur geringer Achsendislokation

III = Heilung in ausreichender Stellung

b) Funktionelles Ergebnis

I = Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke sowie eine solche des Kniegelenks bis zu 1/4 des normalen Bewegungsumfanges

II = Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke sowie eine solche des Kniegelenks von 1/4 bis 1/2 des normalen Bewegungsumfanges

III = Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke sowie des Kniegelenks über 1/2 des normalen Bewegungsumfanges

IV = Ankylose.

Eine tabellarische vergleichende Übersicht über Behandlung und Ergebnisse der offenen Unterschenkelschaftfrakturen, die exakte Ergebnisse in allen einzelnen Sparten liefert, bereitet insofern Schwierigkeiten, als ein Teil der offenen Unterschenkelschaftbrüche mit anderen Frakturen vergesellschaftet war, die verschiedenen Osteosynthesearten aus verschiedenen Ursachen sekundär durchgeführt und der stationäre Aufenthalt sich wegen anderer, nicht mit der Fraktur in Zusammenhang stehender Erkrankungen verzögerte. Dabei lag häufig eine Kombination der eben aufgezeigten Fakten vor.

Es sollen daher, um zu exakten Ergebnissen an einem möglichst großen Krankengut zu gelangen, Behandlung und Ergebnisse der "reinen" Fälle, d.h. ohne schwere Störungen in der Knochenheilung und ohne Nebenverletzungen vergleichend in Tabellen zusammengefaßt, die übrigen Fälle sinngemäß nach folgenden Gruppen dargestellt werden:

Gruppe I: Behandlungsergebnisse der konservativ behandelten Fälle, deren Frakturheilung schwere Störungen aufwies bzw. deren Klinikaufenthalt sich aus anderen, nicht mit der Fraktur in Zusammenhang stehender Krankheiten verzögerte.

Gruppe II: Behandlungsergebnisse der konservativ behandelten Fälle, bei denen zusätzlich andere Frakturen vorlagen.

Gruppe III: Behandlungsergebnisse bei Osteosynthesen - das AO-Verfahren ausgenommen - die wegen unbefriedigender Stellung nach konservativer Behandlung sekundär durchgeführt wurden (keine anderen Frakturen).

Gruppe IV: Behandlungsergebnisse bei AO-Druckosteosynthesen, die wegen Muskelinterposition nach konservativer Behandlung oder nach vorausgegangener Extensionsbehandlung wegen starker Dislokation der Fragmente sekundär durchgeführt wurden.

Gruppe V: Behandlungsergebnisse der primär durchgeführten AO-Druckosteosynthesen, bei Fällen, die zusätzlich andere Frakturen aufwiesen.

Danach werden drei Fälle wegen verschiedener Komplikationen gesondert besprochen.

Am Ende wird zusammenfassend ein Überblick über alle Fälle im Hinblick auf die wesentlichen Störungen in der Knochenheilung, also verzögerte Knochenbruchheilung, Pseudarthrosen, Sudeck'sche Erkrankung, Osteomyelitis usw. gegeben.

Die Ergebnisse stellen stets das Mittel aus der angegebenen Zahl der Fälle dar.

Tabelle 15 vergleicht die Ergebnisse bei verschiedenen Behandlungsmethoden im Hinblick auf die Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel, Dauer des stationären Aufenthaltes sowie der Arbeitsunfähigkeit. Es werden hierbei die sog. "reinen" Fälle, d.h. ohne schwere Störungen in der Knochenheilung und ohne andere zusätzliche Frakturen besprochen.

Tabelle 15

Behandlung	Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen
Konservativ	22	147,0	76,1	232,6*
Primäre Osteosynthese (Drahtumschlingung - ohne AO)	1	157,0	124	331
Sekundäre Osteosynthesen (Nagelungen - ohne AO)	4	117	54,0	156
Primäre AO-Druck-Osteosynthesen	10	86	39,0	123 **

* Angegeben ist der für 11 Fälle errechnete Durchschnitt. Die übrigen Patienten waren Rentner und Hausfrauen; ein Patient war Schüler.

** Angegeben ist der für 7 Fälle errechnete Durchschnitt. Die übrigen Patienten waren ein Student und eine Hausfrau. In einem Fall war die Behandlung wegen einer Fibularisparese noch nicht abgeschlossen.

Das anatomische und funktionelle Ergebnis bei Abschluß der Behandlung sowie die Dauerrente bei den sog. "reinen" Fällen zeigt vergleichend Tabelle 16.

Tabelle 16

Behandlung	Zahl der Fälle	Anatomisches Ergebnis I	II	III	Funktionelles Ergebnis I	II	III	IV	Dauerrente
Konservativ	22	10	9	3	6	11	5		1 mit 40 %
Primäre Drahtumschlingung	1		2			2			1 mit 20 %
Sekundäre Nagelungen	4	2	2		2	2			-
Primäre AO-Druck-Osteosynthesen	10	10			9	1*			**

* Dieses funktionelle Ergebnis betraf einen Patienten, der wegen einer Fibularisparese noch in Behandlung stand.

** Bei Fertigstellung der Arbeit war die Behandlung bei dem Patienten mit Fibularisparese noch nicht abgeschlossen; das 2. Unfalljahr war außerdem noch nicht beendet.

Die bei der Knochenbruchheilung aufgetretenen Komplikationen der vorgenannten Gruppe gibt Tabelle 17 an.

Tabelle 17

Behandlung	Zahl der Fälle	Komplikationen
Konservativ	22	6mal verzögerte Callusbildung, davon in 4 Fällen bei Querfrakturen, die mit Extension behandelt wurden. 2mal Sudeck'sche Erkrankung (klinisch und röntgenologisch)
Primäre Drahtumschlingung	1	Verzögerte Callusbildung
Sekundäre Nagelungen	4	1 verzögerte Callusbildung bei einer Querfraktur
Primäre AO-Druckosteosynthesen	10	-

Die Behandlungsergebnisse bei Gruppe I sind in Tabelle 18 angegeben. Es sind dies die konservativ behandelten Fälle, deren Frakturheilung schwere Störungen aufwies bzw. deren Klinikaufenthalt sich wegen anderer, nicht mit der Fraktur in Zusammenhang stehender Krankheiten verzögerte.

Tabelle 18

Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen	Dauerrenten
8	234 *	135 **	321 ***	3 mit 20 % 1 mit 60 % (= sekundäre Amputation)

* Der Durchschnitt von 7 Fällen ist angegeben, da eine sekundäre Amputation vorgenommen wurde.

** Der Klinikaufenthalt war in zwei Fällen wegen einer Lungenembolie verzögert.

*** Hier ist der Durchschnitt von 5 Fällen angegeben. Eine Patientin arbeitete wegen Erreichung der Altersgrenze seit dem Unfall nicht mehr; die unterschenkelamputierte Patientin arbeitete ebenfalls seit dem Unfall nicht mehr. Ein Patient war Rentner.

Das anatomische und funktionelle Ergebnis bei den Fällen der Gruppe I zeigt Tabelle 19:

Tabelle 19

Zahl der Fälle	Anatomisches Ergebnis			Funktionelles Ergebnis			
	I	II	III	I	II	III	IV
7	3	3	1	2	2	3	

Bei der unterschenkelamputierten Patientin entfällt natürlich dieses Ergebnis.

Bei den acht Fällen der Gruppe I kam es zu folgenden Komplikationen bei der Knochenbruchheilung: Zweimal trat eine Osteomyelitis auf, ebenso häufig Pseudarthrosen, die operiert wurden. Dabei mußte in einem Fall eine sekundäre Unterschenkelamputation vorgenommen werden, da die Infektion auf das obere Sprunggelenk übergriff. Wegen einer lokalen Infektion über der Bruchstelle kam es einmal zur verzögerten Frakturheilung. Eine klinisch und röntgenologisch manifeste Sedeck'sche Erkrankung bot 1 Patient.

B e h a n d l u n g s e r g e b n i s s e d e r G r u p p e II. Es sind dies die konservativ behandelten Fälle, bei denen die zusätzlichen folgenden Frakturen vorlagen:

1. Geschlossene Oberschenkelschaftfraktur derselben Seite, Schädelfraktur, Gallenblasenabriß und Duodenalperforation.
2. Geschlossene Oberschenkelschaftfraktur und Patellafraktur, beide an derselben Seite und Läsion des N. Fibularis.

3. Geschlossene Oberschenkelschaftfraktur der Gegenseite.
4. Innenknöchelfraktur der Gegenseite und geschlossene Oberarmschaftfraktur.
5. Pfannendachverletzung derselben Seite und Schambeinfrakturen.

Die Behandlungsergebnisse der Fälle der Gruppe II sind in Tabelle 20 und 21 aufgezeigt:

Tabelle 20

Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen	Dauer-renten
5	271,6	126,2	417,0	2mal 15 %

Der Durchschnitt von zwei Patienten ist angegeben.
1 Patient stand z.Zt. der Fertigstellung der Arbeit noch in Behandlung. Die weiteren Patienten waren eine Hausfrau und eine Touristin.

Tabelle 21

Zahl der Fälle	Anatomisches Ergebnis			Funktionelles Ergebnis			
	I	II	III	I	II	III	IV
5	1	1	3		2	2 *	

* In 1 Fall war die Nachbehandlung z.Zt. der Fertigstellung der Arbeit noch nicht abgeschlossen.

Folgende Komplikationen bei der Knochenbruchheilung traten bei den 5 Fällen der Gruppe II auf:

Zur verzögerten Callusbildung sowie Pseudarthrose - sie wurde operiert - kam es je einmal. Das Bild einer klinisch und röntgenologisch manifesten Sudeck'schen Erkrankung zeigte 1 Patient.

In Tabelle 22 sind der erste Teil der Behandlungsergebnisse der Gruppe III erfaßt. Hier wurden die Osteosynthesen - das AO-Verfahren ausgenommen - sekundär durchgeführt bei Frakturen, die nach konservativer Behandlung eine schlechte Frakturstellung zeigten.

Tabelle 22

Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen	Dauerrenten
4	199 (108) *	57,4 (32,4)	289,5	1 mit 15 % 1 mit 30 %

Die Zahl in Klammern gibt den Durchschnittswert an, der sich vom Tage der Operation an errechnet.

* Der Durchschnittswert von 3 Patienten ist angegeben. Im vierten Fall ließ sich dieser Wert nicht ermitteln.

Das anatomische und funktionelle Ergebnis am Ende der Behandlung bei den Fällen der Gruppe III gibt Tabelle 23 an.

Tabelle 23

Zahl der Fälle	Anatomisches Ergebnis			Funktionelles Ergebnis			
	I	II	III	I	II	III	IV
4	3	1		2	2		

Bei den 4 Fällen der Gruppe III kam es zu folgenden Komplikationen bei der Knochenbruchheilung: Lediglich im Falle einer sekundär durchgeführten Drahtumschlingung trat eine klinisch und röntgenologisch manifeste Sudeck'sche Erkrankung auf.

Die Behandlungsergebnisse der Gruppe IV bei AO-Druckosteosynthesen, die wegen Muskelinterposition nach konservativer Behandlung oder nach vorausgegangener Extensionsbehandlung wegen starker Dislokation der Fragmente sekundär durchgeführt wurden, sind in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24

Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen	Dauerrenten
4	98 *	81,3 (24,3) **	216,0 ***	-

* Der Durchschnittswert (vom Zeitpunkt der Operation nach dem AO-Verfahren ab gerechnet) von drei Patienten ist angegeben. Ein Patient war Gastarbeiter, er ist nie mehr in der Klinik erschienen; der Pat. wurde ergebnislos angeschrieben.

** Der Wert in Klammern gibt die durchschnittliche Zeit des Klinikaufenthaltes in Tagen vom Zeitpunkt der AO-Versorgung ab gerechnet an.

*** Der Durchschnittswert von 2 Patienten ist angegeben. Ein Patient stand bereits im Ruhestand. Im Falle des Gastarbeiters ließ sich das Ergebnis nicht ermitteln.

Anatomische und funktionelle Behandlungsergebnisse der G r u p p e IV: Alle Patienten zeigten am Ende der Behandlung eine achsengerechte Frakturstellung ohne Dislokationen. Lediglich bei dem Gastarbeiter wurde wegen eines leichten Valgusknicks im Sprunggelenk bei stationärer Entlassung ein Unterschenkelgehgips angelegt; dieser Patient erschien nicht mehr zur weiteren Behandlung.

Zwei Patienten zeigten bereits bei stationärer Entlassung freie Gelenkbeweglichkeit. Bei einem Patienten war das Sprunggelenk zu dieser Zeit nur noch ganz gering eingeschränkt. Im Falle des Gastarbeiters gilt das oben Gesagte.

K o m p l i k a t i o n e n bei der Frakturheilung der G r u p p e IV traten - von dem einen nicht mehr verfolgbaren Fall abgesehen - bei keinem dieser Patienten auf.

G r u p p e V umfaßt die Behandlungsergebnisse der primär durchgeführten AO-Druckosteosynthesen bei Fällen, die folgende Nebenverletzungen aufwiesen:

1. Subkapitale Humerusfraktur und Beckenringfraktur auf der Seite der offenen Unterschenkelschaftfraktur.
2. Fraktur des os metacarpale I derselben Extremität sowie Fraktur der re. Stirnhöhle.

Tabelle 25 gibt die Behandlungsergebnisse bei den Fällen der Gruppe V an:

Tabelle 25

Zahl der Fälle	Dauer bis zum Belastungsbeginn ohne äußeres Fixationsmittel in Tagen	Dauer des Klinikaufenthaltes in Tagen	Dauer der Arbeitsunfähigkeit in Tagen	Dauerrenten
2	89,5	72,5	141,0	-

Beide Patienten zeigten am Ende der Behandlung achsengerechte Frakturstellung ohne Dislokation sowie freie Gelenkbeweglichkeit.

K o m p l i k a t i o n e n bei der Frakturheilung der Gruppe V traten nicht auf.

Drei Fälle, bei denen primär eine Osteosynthese nach dem AO-Verfahren durchgeführt wurde, sollen abschließend wegen verschiedener Komplikationen gesondert besprochen werden.

Fall 99: Es handelte sich um eine 59-jährige Patientin mit offener Unterschenkelschaftfraktur am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel links mit ausgesprengtem Biegungskeil an der Tibia. Eine fünf Zentimeter lange Quetschwunde verlief schräg über die Tibiakante. Außerdem lag eine geschlossene Unterschenkelschaftfraktur der rechten Seite vor.
Mit der primären Wundversorgung wurde die offene Fraktur mit einer AO-Druckplatte versorgt, der geschlossene Bruch konservativ behandelt. Die Osteosynthesewunde sowie der Entlastungsschnitt zeigten einen komplikationslosen Heilverlauf. Nach 105 Tagen konnte die Patientin bei achsen-

gerechter Stellung der AO-versorgten Fraktur mit beidseitig angelegten Gipsverbänden aus stationärer Behandlung entlassen werden. Beide Beine konnten nach sechs Monaten ohne äußeres Fixationsmittel belastet werden. Die Platte wurde 10 1/2 Monate nach der Operation entfernt. Die Patientin ging inzwischen beschwerdefrei.
Sechs Wochen nach Plattenentfernung stürzte die Patientin aus der Straßenbahn: es kam zur isolierten Refraktur der Tibia des ehemals operativ behandelten offenen Unterschenkelbruches. Die Refraktur wurde nun konservativ behandelt und die Pat. konnte nach 22 Tagen mit einem Oberschenkelgehgips aus der Klinik entlassen werden. Acht Wochen später wurde die Pat. erneut stationär aufgenommen: Wegen Sperrfunktion der Fibula und schlechter Frakturstellung wurde eine teilweise Fibularesektion vorgenommen und die Fraktur neu eingerichtet. Nach 28 Tagen wurde die Pat. mit einem Oberschenkelgehgips entlassen. Weitere drei Monate später war eine Belastung ohne äußeres Fixationsmittel möglich.
Am Ende der Nachbehandlung lag folgendes Ergebnis vor: Die refrakturierte Tibia war in leichter Valgisierung mit angedeuteter Antekurvation ausgeheilt. Bei mäßiger Bewegungseinschränkung in den Sprunggelenken hatte sich ein Senkfuß von geringem Ausmaß ausgebildet. Höhe der Dauer-MdE für beide Unterschenkel: 20 %.

Fall 100: Der 75-jährige Patient bot folgenden Befund: Trümmerbruch der Tibia am Übergang vom mittleren zum distalen Schaftdrittel und Infraktion der Tibia am Übergang vom proximalen zum mittleren Tibiadrittel. Die Fibula wies einen Stückbruch auf. Durch einen mehrere Zentimeter großen Hautdefekt direkt über der Tibia stand das distale Tibiafragment nach außen. Zusätzlich lag eine Schädelfraktur vor.

Mit der primären Wundversorgung wurde die Tibiafraktur mittels einer Platte nach dem AO-Verfahren versorgt. Wegen falscher Technik - nämlich primär fehlende Stabilität - und falscher Indikation kam es zur Osteomyelitis. Das implantierte Plattenmaterial wurde nach 35 Tagen entfernt. Zwei Wochen später war eine Wundkorrektur notwendig. Weitere 45 Tage danach wurde der Wunddefekt mit einem Thierschlappen gedeckt. Infolge des schlechten klinischen Zustandes des Pat. und der außerordentlich schlechten Durchblutungsverhältnisse im Bereich des linken Unterschenkels ging die Ausheilung der Infektion äußerst langsam vor sich. Der stationäre Aufenthalt verzögerte sich weiterhin, da sich unter dem Gips ein starkes Ekzem entwickelt hatte, so daß die alten Wunden wieder aufbrachen. Aus diesem Grunde wurde eine dorsale Gipslonguette angelegt und der Pat. entsprechend behandelt.
348 Tage nach dem Unfall wurde der Pat. mit einem Gehgips aus stationärer Behandlung entlassen. Sechs Wochen später war die Fraktur in ausreichender Stellung ausreichend knöchern konsolidiert. 20 Monate nach dem Unfall bezeichnete der Pat. die Beweglichkeit in Knie- und Sprunggelenken als "schlecht".

Fall 101: Der 24-jährige Patient wurde mit einer Trümmerfraktur der Tibia und Stückfraktur der Fibula im mittleren Schaftdrittel rechts mit ausgedehnter Riß-Quetschwunde auf der Vorderseite des Unterschenkels im Frakturbereich in die Klinik eingewiesen. Zusätzlich lagen eine Schädelfraktur sowie eine Fraktur des 6. Halswirbelkörpers vor.
Mit der primären Wundversorgung wurde die Tibiafraktur mit einer Platte nach dem AO-Verfahren versorgt. Auch hier führte primär fehlende Stabilität zur Osteomyelitis. Die Platte wurde nach drei Monaten entfernt und die Fraktur konservativ behandelt.

Nach einem Klinikaufenthalt von 157 Tagen wurde der Pat. frühzeitig auf eigenen Wunsch bei ausreichender Stellung der Fraktur mit einem Gipsverband aus stationärer Behandlung entlassen. Zur Zeit der Versendung der Fragebögen trug der Pat. noch einen Gipsverband.

Einen gesamten Überblick über die wesentlichen Störungen in der Knochenheilung bei offenen Unterschenkelschaftfrakturen gibt Tabelle 26:

Tabelle 26

	Zahl der Fälle	Verzögerte Knochenbruchheilung	Pseudarthrosen	Sudeck'sche Erkrankung	Osteomyelitis	Muskelinterposition	Osteosynthese wegen schlechter Frakturstellung
I. Primär konservativ behandelt	43	8	3	5	2	2	4
II. Primäre Drahtumschlingung	1	1	-	-	-	-	-
III. Sekundäre Nagelungen u. 1 Drahtumschlingung	8	1	-	1	-	-	-
IV. Primäre und sekundäre AO-Druckosteosynthesen	19	-	-	-	2	-	-

Bemerkungen zu den bei den einzelnen Behandlungsmethoden aufgetretenen Komplikationen:

I. In einem Fall war eine sekundäre Amputation des Unterschenkels wegen Osteomyelitis notwendig.

III. Die Sudeck'sche Erkrankung trat nach einer sekundären Drahtumschlingung wegen unbefriedigender Stellung nach konservativer Behandlung auf.

IV. Die beiden Osteomyelitiden waren die Folge falscher Technik (keine primäre Stabilität) und falscher Indikation.

Um zu einem genauen Überblick über die wesentlichen Störungen in der Knochenbruchheilung der offenen Unterschenkelschaftbrüche bei den einzelnen Arten der Frakturbehandlung zu gelangen, erscheint in der oben angeführten Tabelle die Zahl der 8 primär konservativ behandelten Fälle, bei denen aus verschiedenen Ursachen die Osteosynthese sekundär vorgenommen wurde, bei den sekundären Osteosynthesen wieder. So erklärt sich die Gesamtzahl von 71 Fällen. Es sollen in kurzem die Ursachen dieser sekundär durchgeführten acht Fälle aufgezeigt werden: In vier Fällen ging eine mehrwöchige konservative Behandlung voraus; drei Nagelungen und eine Drahtumschlingung wurden wegen unbefriedigender Stellung der Fraktur durchgeführt.
In weiteren vier Fällen wurden die Frakturen nach dem AO-Verfahren versorgt, und zwar zweimal wegen Muskelinterposition, die nach vielen Wochen als Ursache der verzögerten Callusbildung festgestellt wurde; bei zwei Patienten war wegen starker Dislokation der Fragmente eine primäre Behandlung im Extensionsverband notwendig.

Verlauf der Wundheilung

a) Konservativ behandelte Fälle: Von 35 konservativ behandelten Frakturen kam es in 23 Fällen zur p.p. Heilung der Wunden. Bei zwei Patienten wurden bei der primären Wundversorgung Hautplastiken durchgeführt, von denen eine p.s. einheilte. Achtmal heilte die Wunde p.s. oder es kam zur Ausbildung einer größeren Hautnekrose. In den letzteren drei Fällen wurde der Hautdefekt durch eine Plastik gedeckt; sie heilten alle ohne Komplikationen ein.
Bei einer Patientin mußte der Unterschenkel am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel amputiert werden, da es zu einer starken, nicht mehr beherrschbaren Osteomyelitis kam, die auf das obere Sprunggelenk übergegriffen hatte. Die Amputationswunde verheilte reizlos.
Bei der zweiten aufgetretenen Osteomyelitis mußte ebenfalls eine Hautlappenplastik durchgeführt werden. Sie heilte gut ein.

b) Im Falle der primären Drahtumschlingung verlief die Wundheilung ohne Komplikationen.

c) Primäre AO-Druckosteosynthesen: Von 15 primär mit Druckplatten und Schrauben versorgten Frakturen zeigten 12 eine p.p. Heilung der Osteosynthesewunden. In einem Falle war die Wundheilung verzögert. In zwei Fällen kam es infolge falscher Technik zur Osteomyelitis. Bei einem dieser Patienten mußte infolge schlechter Wundheilung wegen massiver Durchblutungsstörungen - hervorgerufen durch eine starke Arteriosklerose der Gefäße der unteren Extremität - eine Thierschlappenplastik vorgenommen werden.

d) In allen vier Fällen von sekundär durchgeführten AO-Druckosteosynthesen kam es zur p.p. Heilung der Operationswunden. Die Verletzungswunden waren ebenfalls ohne Komplikationen verheilt.

e) Sekundäre Osteosynthesen (sieben Nagelungen und eine Drahtumschlingung): Bei acht Verunfallten trat in sechs Fällen p.p. Heilung, in zwei Fällen eine p.s. Heilung der Verletzungswunden ein. Die Osteosynthesewunden heilten in allen Fällen p.p.

Weitere funktionelle Ergebnisse am Ende der Nachbehandlung

a) Unter 35 konservativ behandelten Fällen wurde bei 21 Patienten die Nachbehandlung an unserer Klinik durchgeführt. Am Ende dieser Behandlung lagen folgende weitere Ergebnisse vor: In sechs Fällen bestanden noch starke Zirkulationsstörungen an der verletzten Extremität. Zweimal lag noch eine deutliche Muskelatrophie vor. Eine Verkürzung der Extremität bis zu 3 cm wiesen zwei Patienten auf.

b) Primäre Drahtumschlingung: Dieser Patient wies ebenfalls noch eine deutliche Muskelatrophie auf.

c) Primäre und sekundäre AO-Druckosteosynthesen: Hier lagen unter den 19 Patienten keine ausgeprägten Muskelatrophien oder starke Zirkulationsstörungen vor. Auch eine Verkürzung der Extremität trat in keinem Fall ein.

d) Sekundäre Osteosynthesen (7 Nagelungen und eine Drahtumschlingung): Unter diesen 8 Fällen bestanden viermal mäßig stark ausgeprägte Muskelatrophien, zweimal stärkere Durchblutungsstörungen. Es handelte sich hierbei um diejenigen vier Patienten, bei denen die Osteosynthese nach vielen Wochen wegen schlechter Frakturstellung nach konservativer Behandlung durchgeführt wurde.

F. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

1. Frische offene Humerusschaftfrakturen

Die Frakturen aller 4 Patienten wurden operativ behandelt. In 2 Fällen wurde eine Osteosynthese nach dem AO-Verfahren am Unfalltag durchgeführt. Einmal lag bei einer Querfraktur eine starke Dislokation der Fragmente sowie eine Rippenserienfraktur vor, im anderen Falle machte eine primäre Radialisparese sowie eine zusätzliche percondyläre Fraktur einen operativen Eingriff notwendig. Eine weitere Querfraktur wurde wegen des schlechten Allgemeinzustandes der Patientin erst nach primärer Wundheilung mit einer AO-Druckplatte versorgt. Hier lagen zusätzlich eine Rippenserienfraktur sowie eine Claviculafraktur derselben Seite vor.

Während in allen Fällen primäre Wund- und ungestörte Knochenheilung erzielt werden konnte, trat im letztgenannten Fall eine postoperative Radialisparese auf, die sich nur unwesentlich besserte. Ein ausgezeichnetes funktionelles Ergebnis konnte mit dieser Methode lediglich bei der ersten Patientin erzielt werden, da auch im Falle der primären Radialisparese nur eine geringfügige Besserung eingetreten war. Trotz zusätzlicher Frakturen in allen drei Fällen betrug der Klinikaufenthalt bei diesem Verfahren im Mittel nur 22 Tage.

Eine Trümmerfraktur im distalen Schaftdrittel wurde nach Abheilung der Wunde mit RUSH-Pins versorgt. Wund- und Knochenheilung verliefen ohne Störungen, das funktionelle Ergebnis war zufriedenstellend. Der Klinikaufenthalt betrug hier 77 Tage.

Obwohl konservativ behandelte Fälle zur Gegenüberstellung fehlen, gelangen wir unter Berücksichtigung der Literatur zu dem Ergebnis, daß in vielen Fällen die konservative Therapie gute Ergebnisse bringt. In allen unseren 4 Fällen jedoch war eine Osteosynthese auf Grund der Frakturform, der zusätzlichen Brüche sowie primärer Radialisparese indiziert. Wenn auch die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) einen besonderen Vorteil ihrer Methode sieht bei Mitverletzung des Thorax, wie dies zweimal bei uns der Fall war, so ist sie doch wegen der Lage des N. radialis in ihrer Indikation zurückhaltend. Zwar handelt es sich in dem einen Fall mit postoperativer Radialisparese um eine 77-jährige Patientin, um so mehr fällt diese eine Komplikation bei unserer geringen Fallzahl ins Gewicht und belastet dieses Verfahren.

Bei gegebener Indikation kann die primäre Osteosynthese mit einem KÜNTSCHER-Nagel oder RUSH-Pin befürwortet werden. Neben der zwar geringen Zahl unserer Fälle - es wurde stets glatte Wundheilung erzielt - wird in der Literatur über gute Ergebnisse hinsichtlich der Wundheilung bei primärer Osteosynthese berichtet.

2. Frische offene Schaftfrakturen beider Unterarmknochen

Unter 20 Frakturen wurden 4 konservativ und 16 operativ behandelt, davon 5 am Tage des Unfalls.

Hier ergibt sich eine deutliche Überlegenheit der operativ versorgten Fälle. Zweifellos ist es der durch die Osteosynthese erzielten guten anatomischen Stellung zuzuschreiben, daß sehr gute funktionelle Ergebnisse erzielt werden konnten, deren besonderer Wert gerade am Unterarm von Bedeutung ist. Daneben lagen die Dauer des Klinikaufenthalts sowie der Zeitpunkt des ersten Belastens ohne äußeres Fixa-

tionsmittel bei den operierten Fällen um einige Tage niedriger als bei den konservativ behandelten Frakturen, obwohl sich unter den 11 sekundär durchgeführten Osteosynthesen 4 Frakturen befanden, bei denen die Operation nach mehrmaliger ergebnisloser Reposition vorgenommen wurde.

Während es sich bei den konservativ behandelten Fällen durchweg um Frakturen mit geringer Dislokation und günstiger Bruchform handelte, befanden sich unter den operativ versorgten Brüchen solche mit zum Teil schwerster Weichteil- und Nervenverletung. Gerade bei diesen Frakturen hat sich die primäre Osteosynthese wegen der leichten Wundbehandlung bewährt, wie dies besonders WEYGAND betonte. Die in diesen Fällen bezahlten Renten sind nicht dem operativen Verfahren, sondern dem Schweregrad der Verletzung zuzuschreiben. Die Tatsache, daß selbst bei den schwersten offenen Frakturen die Wundheilung bei primärer Osteosynthese in allen Fällen ohne Störungen verlief und auch von anderen Autoren über gute Ergebnisse an einem größeren Krankenmaterial berichtet wird, läßt die mit erhöhter Infektionsgefahr begründeten, mehrfach geäußerten Bedenken gegen eine primäre Osteosynthese bei diesen Brüchen ins Wanken bringen. Trotzdem wurde selbst bei kleineren und wenig verschmutzten Wunden in einer Reihe von Fällen erst nach glatter Wundheilung operiert, um jedes Risiko auszuschließen. Wir können sagen, daß das Alter keine Einschränkung der Indikation darstellt, da die Mehrzahl unserer Patienten in hohem Alter stand und selbst bei zwei 81- und 86-jährigen Patienten die Osteosynthese mit gutem Erfolg durchgeführt wurde.

Auch hinsichtlich der Komplikationen bei der Knochenheilung brachten die operierten Fälle wesentlich günstigere Ergebnisse. Während es unter vier konservativ behandelten Frakturen jeweils einmal zur Pseudarthrose kam bzw. die

Knochenheilung verzögert war, war unter 16 operierten Fällen die Knochenheilung nur einmal, zumal bei einem hochbetagten Patienten, verzögert; die einzige verzeichnete Pseudarthrose der Ulna hängt sicher mit dem traumatisch entstandenen Knochendefekt zusammen.

Auf Grund der guten Ergebnisse bei operativer Behandlung wäre eine Erweiterung der Indikationsstellung zur Operation zu erwägen und selbst die primäre Osteosynthese bei frischen offenen Unterarmschaftfrakturen dürften weniger bedenkenvoll durchgeführt werden, um neben ungestörter Wund- und Knochenheilung ein gutes funktionelles Resultat zu erzielen.

3. Die isolierte offene Ulnaschaftfraktur

Da hier unser Krankengut keine Frakturen aufwies, können wir nur auf Grund der Literatur zu einem Ergebnis gelangen.

Während die stabilen Brüche mit zumeist guten Resultaten konservativ behandelt wurden (BÖHLER, EHALT, STRAHBERGER), wird bei den erfahrungsgemäß unstabilen Frakturen die zumeist primäre Osteosynthese bevorzugt (JANIK, HEIM, HOLLE, SAEGESSER, MÖRL u.a.).

4. Die isolierte offene Radiusschaftfraktur

Die einzige Fraktur in unserem Krankengut wurde primär mit KIRSCHNER-Drähten fixiert. Wund- und Knochenheilung verliefen störungsfrei, das funktionelle Ergebnis war gut.

Da diese Frakturen vom funktionellen her gesehen wichtiger sind als die isolierten Ulnaschaftbrüche, erscheint uns unter Berücksichtigung der Literatur - soweit es sich

um frische Brüche handelt - ein möglichst primäres operatives Vorgehen gerechtfertigt. Vor allem HEIM, JANIK, MAATZ, SCHRECKENBACH sowie HOLLE und MÖRL vertreten diesen Standpunkt.

5. Frische offene Femurschaftfrakturen

Bei diesen Frakturen werden die Vorteile der Marknagelung nach KÜNTSCHER einhellig anerkannt.

Auch unsere 6 Fälle wurden durchweg operativ behandelt, dabei wurde einmal mit sehr gutem Erfolg die Osteosynthese primär durchgeführt. Bei drei weiteren Patienten konnte ein ausgezeichnetes funktionelles Ergebnis erzielt werden, obwohl es einmal bei sekundär durchgeführter Osteosynthese zur Osteomyelitis kam. Das weniger gute funktionelle Resultat in einem Falle war auf die zusätzliche offene Kniegelenksverletzung mit Fraktur der Patella zurückzuführen. Bei einem weiteren Patienten, dessen Fraktur mit einem HERZOG-Nagel versorgt wurde, war die Knochenheilung stark verzögert. Hier war das schlechte funktionelle Ergebnis durch die zusätzliche Schenkelhalsfraktur sowie Fibularisparese derselben Seite bedingt.

Die Verletzungswunden verheilten in vier Fällen p.p., zweimal war die Wundheilung lediglich verzögert. Die Osteosynthesewunden zeigten bei 5 Patienten glatten Heilverlauf, in einem Fall entwickelte sich nach sekundär durchgeführter Nagelung eine Osteomyelitis, die allerdings ohne jegliche Folgen ausheilte.

Wir möchten uns der Meinung von BÖHLER, HÄBLER und SCHRECKENBACH anschließen, die frischen offenen Femurschaftfrakturen - soweit keine Gegenindikationen bestehen (vor allem starke Weichteilquetschung, Zeichen einer Fett-

embolie, Schockzustand usw.) - möglichst primär zu nageln, da durch die Erzielung endgültiger Verhältnisse eine ungestörte Wund- und Knochenheilung gewährleistet ist. Durch das Verfahren der offenen Marknagelung erscheint die Gefahr der Fettembolie weitgehend gebannt. BÖHLER und HÄBLER erlebten bei diesem Vorgehen unter 43 Fällen nur zwei geringfügige Infektionen, in keinem Fall trat eine Fettembolie auf.

Von besonderem Wert ist die Marknagelung des Oberschenkels bei multiplen Frakturen der gleichen Gliedmaße, da hierdurch eine wesentliche Annehmlichkeit für den Patienten geschaffen wird und zudem eine leichtere Pflege möglich ist (LEMPERT, RIEDER und SCHUHMANN).

6. Frische offene Unterschenkelschaftfrakturen

Von diesen Frakturen konnten 63 Fälle für unsere Statistik ausgewertet werden. 35 konservativ behandelten Brüchen stehen 28 mit Osteosynthese versorgten Frakturen gegenüber.

Schon im Zeitpunkt des Belastungsbeginns ohne äußeres Fixationsmittel, was sich wiederum auf das funktionelle Ergebnis auswirkte, zeigt sich eine eindeutige Überlegenheit der operativen Methode. Während mit 117 Tagen bei sekundär durchgeführten Nagelungen bzw. Drahtumschlingung (1 Fall) dieser Zeitpunkt um 30 Tage früher eintrat als bei konservativer Methode (147 Tage), war dies bei der primär durchgeführten AO-Druckosteosynthese mit nur 86 Tagen sogar um über zwei Monate früher möglich. Auch die Dauer des Klinikaufenthaltes war bei den operierten Fällen erheblich kürzer. Bei den konservativ Behandelten betrug sie 76,1, bei den sekundären Osteosynthesen 54 Tage und bei der primären AO-Druckosteosynthese betrug dieser Wert

mit nur 39 Tagen etwas mehr als die Hälfte im Vergleich zur konservativen Methode. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit, die allerdings nicht in allen Fällen ermittelt werden konnte, lag mit 156 Tagen bei den sekundären Osteosynthesen gegenüber 232,6 Tagen bei den konservativ behandelten Brüchen ebenfalls deutlich niedriger. Bei dem AO-Verfahren trat mit 123 Tagen die Arbeitsfähigkeit sogar um über 15 Wochen früher ein.

Hinsichtlich der anatomischen und funktionellen Ergebnisse zeigte sich das AO-Verfahren den anderen Methoden eindeutig überlegen. Dies ist ohne Zweifel den nur bei diesem Verfahren möglichen frühzeitigen Bewegungsübungen in den freien Gelenken zuzuschreiben. Dementsprechend traten auch keine Weichteilschäden oder ausgeprägte Muskelatrophien auf, wie dies auch bei anderen Osteosyntheseformen der Fall war, da bei diesen stets ein zusätzlicher Gipsverband notwendig ist.

Auch bei den Komplikationen im Verlauf der Knochenheilung brachte die konservative Methode mit über 55 % Störungen gegenüber 30 % bei primärer und sekundärer Nagelung bzw. Drahtumschlingung und 10 % bei der AO-Methode die am wenigsten günstigen Ergebnisse. Auf Grund unserer Resultate sowie der Literatur können wir der öfter geäußerten Meinung nicht zustimmen, daß bei Osteosynthesen die Gefahr der verzögerten Knochenbruchheilung größer sei und es häufiger zu Pseudarthrosen komme. Wir erlebten im Gegenteil unter 43 primär konservativ behandelten Brüchen achtmal eine verzögerte Bruchheilung (darunter in 6 Fällen bei Querfrakturen, die mit Extension behandelt wurden) sowie 3 Pseudarthrosen, während bei je einer mit Drahtumschlingung bzw. Nagel versehenen Fraktur unter 28 Brüchen die Knochenheilung zweimal verzögert war. Bei allen Formen der Osteosynthese war es jedoch niemals zur Pseudarthrose gekommen. Schließlich war in 4 primär konservativ behandelten

Fällen wegen ergebnisloser Reposition und zweimal wegen Muskelinterposition eine sekundäre Osteosynthese notwendig.

Primäre Wundheilung wurde in 68 % der Fälle bei konservativer Methode erzielt, in 2 Fällen trat eine Osteomyelitis auf. Bei 9 primär oder sekundär mit Nagel oder Drahtumschlingung versorgten Frakturen verlief die Heilung der Osteosynthesewunden stets primär (= 100 %). Unter 15 primär nach der AO-Methode behandelten Frakturen waren die einzigen überhaupt aufgetretenen Komplikationen 2 Fälle mit Osteomyelitis, sonst wurde stets glatte Wund- und Knochenheilung erzielt. Somit liegt die Quote der primären Heilung bei diesem Verfahren bei 87 %. Jedoch muß dazu gesagt werden, daß diese beiden Knocheninfektionen infolge falscher Technik auftraten und somit vermeidbar gewesen wären. In den übrigen 4 sekundär durchgeführten AO-Druckosteosynthesen wurde stets primäre Wundheilung erzielt.

Eine vergleichende Beurteilung nach der Zahl der Dauerrenten möchten wir nicht vornehmen, da hier nur teilweise Ergebnisse eruiert werden konnten und Renten häufig bei Mehrfachverletzungen sowie primären Nervenläsionen bezahlt wurden. Es sei jedoch gesagt, daß unter den 19 durchgeführten AO-Druckosteosynthesen 15 Fälle ohne Dauerrenten blieben. Die beiden Osteomyelitisfälle liegen noch keine zwei Jahre zurück, ein Patient stand bei Fertigstellung der Arbeit wegen einer primären Fibularisparese noch in Behandlung. In einem Fall wurde eine Dauererwerbsminderung von 20 % für beide Unterschenkel festgesetzt, wobei jedoch nur eine Fraktur nach dem AO-Verfahren behandelt wurde.

Nach diesen Ergebnissen können wir von einer Überlegenheit der operativen Methode bei den frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen sprechen. Die Frage der primären

Osteosynthese mit einem KÜNTSCHER- oder HERZOG-Nagel bzw. RUSH-Pin möchten wir bejahen. Dafür sprechen auch die guten Ergebnisse, die bekannte Chirurgen an einem wesentlich größeren Krankengut erzielten. Neben dem besseren funktionellen Resultat fällt immer wieder auf, daß bei diesem Verfahren zumindest ebenso häufig wie bei konservativer Therapie eine primäre Wundheilung erzielt wurde. Zur Erreichung einer absoluten Ruhigstellung und Vermeidung sekundärer Seitenverschiebungen war gerade bei schwereren Weichteilverletzungen die primäre innere Schienung die Voraussetzung für eine ungestörte Wund- und Knochenheilung. Diese Tatsache wird auch von anderen Autoren immer wieder hervorgehoben (DEHNE, BRUCK, MOSER, GOSSET, KÜMMERLE und LORENZ, ZRUBECKY u.a.). Die Korrelation zwischen Wund- und Knochenheilung bei offenen Unterschenkelschaftfrakturen wurde besonders von ZRUBECKY in einer eindrucksvollen Arbeit dargestellt. Weiterhin hat sich gezeigt, daß Infektionen des Knochens bei primärer Osteosynthese keineswegs häufiger auftreten als bei konservativer Therapie, Pseudarthrosen sind sogar wesentlich seltener zu beobachten.

Das von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen entwickelte Verfahren der AO-Druckosteosynthese mittels Platten und Schrauben liegt erst wenige Jahre zurück, wenn auch schon ähnliche Verfahren lange bekannt sind, die jedoch in wesentlichen Punkten differieren. Die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse bei frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen sind noch gering. Soweit sie mitgeteilt wurden, waren sie jedoch ausgezeichnet. Wir haben mit diesem Verfahren die besten Ergebnisse erzielt. Weitere Erfahrungen an offenen Unterschenkelschaftfrakturen werden den Wert dieser Methode bei diesen Brüchen zeigen.

7. Die isolierte offene Tibiaschaftfraktur

Zur isolierten Fraktur des Tibiaschaftes kam es in 5 Fällen. Bei 3 Patienten wurden die nur gering dislozierten Frakturen konservativ behandelt. In je einem Fall wurde eine sekundäre Nagelung sowie eine primäre AO-Druckosteosynthese durchgeführt.

Bei allen Patienten verliefen Wund- und Knochenheilung störungsfrei. Die funktionellen Ergebnisse waren bei den konservativ behandelten Fällen gut, sehr gut im Falle der Osteosynthesen. Der kürzeste stationäre Aufenthalt lag auch hier wieder mit nur 14 Tagen bei der mit einer Druckosteosynthese versorgten Fraktur; im Falle der sekundären Nagelung lag diese Zeit bei 30 und bei konservativem Verfahren bei 49 Tagen.

Bei geringer Dislokation der Fragmente und kleiner Wunde wird die konservative Behandlung gute Ergebnisse bringen; in allen anderen Fällen kann die durch eine primäre Osteosynthese erzielte Ruhigstellung des Bruchspaltes zur ungestörten Wundheilung beitragen, wie dies von anderen Autoren betont wird. Die funktionellen Ergebnisse sind hier stets besser. Zur Vermeidung von verzögerter Bruchheilung sowie Pseudarthrosen, die diesen Frakturen infolge Sperrwirkung der Fibula drohen, bietet sich das AO-Verfahren geradezu an.

8. Die isolierte offene Fibulaschaftfraktur

Die einzige in unserem Krankengut verzeichnete Fraktur verheilte störungsfrei mit sehr gutem funktionellen Ergebnis.

Diese Brüche werden nach primärer Wundversorgung mit Gipsverband oder Lagerung des Beines in einer Oberschenkelgipslonguette auf einer Schiene behandelt.

G. ZUSAMMENFASSUNG

An Hand der Literatur sowie des Untersuchungsgutes der Chirurgischen Universitätsklinik München sollten die Behandlungsergebnisse der frischen offenen Schaftfrakturen der oberen und unteren Extremität bei konservativer Therapie sowie primär und sekundär durchgeführten Osteosynthesen einschließlich der AO-Druckosteosynthese verglichen werden.

Nach Besprechung der Frakturursachen sowie der therapeutischen Situation bei frischen offenen Schaftbrüchen wird auf die Problematik der einzelnen Schaftfrakturen hingewiesen sowie die speziellen Behandlungsarten dargestellt.

Die eigenen Fälle beziehen sich auf 103 frische offene Schaftfrakturen der oberen und unteren Extremität bei 101 Patienten, welche in der Zeit vom 1.1.1960 - 31.6.1965 in stationärer Behandlung der Chirurgischen Universitätsklinik München standen. Diese Frakturen verteilen sich:

4 Humerusschaftfrakturen
1 Radiusschaftfraktur
20 Schaftfrakturen an Radius und Ulna
6 Femurschaftfrakturen mit
1 zusätzlichen offenen Tibiaschaftfraktur derselben Seite
5 Tibiaschaftfrakturen
1 Fibulaschaftfraktur
2 Schaftfrakturen beider Unterschenkel (= 1 Fall)
63 Schaftfrakturen an Tibia und Fibula.

Die Fälle wurden entsprechend gegliedert und ausgewertet, die Ergebnisse zumeist tabellarisch niedergelegt und kurz

erläutert. Anschließend wird auf Grund der Ergebnisse unter Berücksichtigung der Literatur der Wert einzelner Behandlungsmethoden diskutiert.

Nach den Erfahrungen des Schrifttums und den Beobachtungen am eigenen Krankengut kann die jeweilige Behandlungsart naturgemäß nicht allein von Statistiken und Tabellen abhängig gemacht werden. Sie ist je nach Art, Form und Sitz des Bruches sowie Wundverhältnissen und Allgemeinzustand und nach Maßgabe der klinischen Einrichtungen auszuwählen.

Es zeigte sich jedoch, daß am Oberarm vor allem Frakturform und Nebenverletzungen die Therapie bestimmen. Für die Mehrzahl der offenen Unterarm- und Oberschenkelschaftbrüche konnte die primäre Osteosynthese befürwortet werden. Bei den frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen kann nach unseren Ergebnissen von einer deutlichen Überlegenheit der operativen Methode gesprochen, die primäre Osteosynthese bei exakter Durchführung bejaht werden. Die besten Resultate brachte die primäre AO-Druckosteosynthese, wie sie von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese entwickelt wurde. Völlige Beherrschung der Technik ist dabei unerläßliche Voraussetzung; dies wurde besonders deutlich an den einzigen Komplikationen, die wir mit dieser Methode an zwei Fällen erlebten. Weitere Erfahrungen werden den Wert dieses Verfahrens bei frischen offenen Unterschenkelschaftfrakturen zeigen.

Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. F. L. Rueff für die Überlassung des Themas, Herrn Prof. Dr. R. Zenker für die Arbeitsmöglichkeit in seinem Hause.

Herrn Dr. R. Genewein danke ich herzlich für die Anregungen und Ratschläge bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit.

H. LITERATURVERZEICHNIS

1. Arens, W.: Zur Behandlung schwerer offener Unterschenkelbrüche. Mschr. Unfallheilk. 60, 276 (1957)

2. Betzel, F.: Behandlung offener Knochenbrüche durch Einstellung mittels Drahtumschlingung. Mschr. Unfallheilk. 53, 321 (1950)

3. Bier - Braun - Kümmel: Chirurgische Operationslehre, Bd. IV. Verl. J. A. Barth, Leipzig 1958

4. Block, W.: Die normale und gestörte Knochenbruchheilung. Verl. F. Enke, Stuttgart 1940

5. Böhler, J.: Offene und gedeckte Marknagelung der Oberschenkelbrüche. Verh. dtsch. orthop. Ges. 46, 473 (1958)

6. Böhler, J.: Die Behandlung offener Diaphysenfrakturen. Ref. Zorg.f.d.ges.Chir. 173, 305 (1963)

7. Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung, Bd. I und II. Verl. W. Maudrich, Wien 1951, 1954 und 1957

8. Böhler, L. und Böhler, J.:
Ergänzungsband zur 12./13. deutschen Auflage.
Verl. W. Maudrich, Wien - Bonn - Bern 1963

9. Böhler, L. und Böhler, J.:
Küntscher's Medullary Nailing.
J. Bone Jt. Surg. 31 A, 295 (1949)

10. Böhler, L.: Unterschenkelschaftbrüche.
Langenbeck's Arch. u. Dtsch.Zschr. Chir. 276, 192 (1953)

11. Böhler, L.: Fehler bei der Behandlung von Unterschenkelschaftbrüchen.
Hefte Unfallheilk. H. 45, 6, (1953)

12. Böhler, L., Böhler, J., Leitner, B., Trojan, E.:
Berichte über die in den Jahren 1926 bis 1950 im Wiener Unfallkrankenhaus erzielten Behandlungsergebnisse.
Hefte Unfallheilk. H. 46, (1953)

13. Böhler, L.: Bericht über die bei 3308 Unterschenkelbrüchen in den Jahren 1926 bis 1950 im Wiener Unfallkrankenhaus erzielten Behandlungsergebnisse unter Benützung des Hollerithverfahrens. (Unter Mitarbeit von: Bartl, R., Ender, J., Jahna, H., Krösl, W., Krotscheck, H., Scharizer, E., Zrubecky, G.)
Hefte Unfallheilk. H. 54, 93 (1957)

14. Botteri, G. und Castellana, A.:
Sofortige Osteosynthese bei offenen Frakturen.
Ref. Zorg. f.d.ges.Chir. 172, 303 (1963)

15. Bourgeon, R. und Pantin, J.P.:
Die Marknagelungen gewisser Formen komplizierter Beinbrüche.
Ref. Zorg.f.d.ges.Chir. 135, 269 (1954)

16. Boutin, P.: 25 Fälle von Schienbeindoppelbrüchen.
Ref. Zorg.f.d.ges.Chir. 148 (1957)

17. Brav, E.A. und Jefresse, V.H.:
Modified intramedullary nailing in recent gunshot fractures of the femoral shaft.
J. Bone Jt. Surg. 35 A, 141 (1953)

18. Brichard, M.: Überblick über aktuelle Methoden der Erstversorgung langer Röhrenknochen.
Ref.Zorg.f.d.ges.Chir. 173, 304 (1963)

19. Brichard, M.: Beobachtungen bei der Behandlung offener Frakturen langer Röhrenknochen im Medico-Chirurg. Institut Etterbeck vom 1.1.1952 bis 31.12.1960.
Ref.Zorg.f.d.ges.Chir. 173, 305 (1963)

20. Bruck, H. und Moser, H.:
Über die Cerclage bei Unterschenkelbrüchen.
Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 46, 536 (1954)

21. Bruns, P.: Zit. nach Lexer - Rehn. In: Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie, Bd. 2.
Verl. F. Enke, Stuttgart 1952

22. Bsteh, O.: Markdrahtung zur Behandlung von Vorderarmbrüchen.
Wien. klin. Wschr. 272 (1947)

23. Buck - Gramcko, H.: Behandlungen und Behandlungsergebnisse von Oberschenkelschaftfrakturen.
Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 50, 166 (1958)

24. Budde, W.: In: Hohmann - Hackenbroch - Lindemann, Handbuch der Orthopädie, Bd. III u. IV.
Verl. G. Thieme, Stuttgart 1959 u. 1961

25. Bürkle de la Camp, H.:
Auswirkungen der Fortschritte der Chirurgie auf die Unfallchirurgie.
Hefte Unfallheilk. H. 45, 56 (1953)

26. Bürkle de la Camp, H.:
Die Druckosteosynthese und ihre Beziehungen zur Kallusentwicklung.
Medizinische 37, 1671 (1959)

27. Bürkle de la Camp, H.:
Fehler und Gefahren bei der operativen Behandlung frischer Frakturen.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 298, 87 (1961)

28. Bürkle de la Camp, H. und Schwaiger, M.:
Handbuch der gesamten Unfallheilkunde, Bd. I und III.
Verl. F. Enke, Stuttgart 1963 u. 1965

29. Dehne, E.: Die Osteosynthese der Unterschenkelbrüche.
Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 39, 328 (1939)

30. Dehne, E.: Die Schaftbrüche des Oberarmes. Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 39, 465 (1939)

31. Desenfans, G. und Evrard, H.: Der Wert der Osteosynthese bei komplizierten Unterarmbrüchen. Ref.Zorg.f.d.ges.Chir. 163, 234 (1961)

32. Deuticke, P. und Martys, F.: Konservative Behandlung der Unterschenkelbrüche und Erfahrungen und Erfolge an 1000 Fällen. Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 38, 54 (1938)

33. Eggeling, W., Panzner, R. und Hübner, K.: Behandlungsergebnisse konservativ und operativ behandelter Unterschenkelschaftbrüche in der Chirurgischen Universitätsklinik Halle/Saale in den letzten 10 Jahren. Bruns Beitr.klin.Chir. 199, 289 (1959)

34. Ehalt, W.: Behandlung der offenen Brüche der langen Röhrenknochen. Verl. W. Maudrich, Wien 1938

35. Ehalt, W.: Erfahrungen bei der Marknagelung offener Unterschenkelbrüche. Arch.f.Orth.u.Unfallchir.44, 500 (1951)

36. Ehalt, W.: Erfahrungen mit der Osteosynthese. Verh.dtsch.orth.Ges. 91, 522 (1958)

37. Fick, K.F.: Ergebnisse von 921 mittels Nagelung nach Küntscher versorgten Unterschenkelbrüchen. Langenbeck's Arch.klin.Chir. 287, 713 (1957)

38. Garré - Stich - Bauer:
Lehrbuch der Chirurgie.
Verl. J. Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1958

39. Gelbke, H.: Die "dynamische Osteosynthese" nach Rush, eine wertvolle Vervollständigung der Küntscher-Nagelung.
Chir. 12, 529 (1955)

40. Griessmann, H. und Reich, H.:
Vergleichende Untersuchungen über den Ablauf der Knochenbruchheilungen bei der Marknagelung und bei den mit Gipsverband behandelten Frakturen.
Arch.klin.Chir. 205, 455 (1944)

41. Griessmann, H. und Schüttemeyer, W.:
Weitere Erfahrungen mit der Marknagelung nach Küntscher an der Chirurgischen Universitätsklinik Kiel.
Chir. 17/18, 316 (1947)

42. Grundmann, G. und Links, V.:
Gesichtspunkte für die Behandlung der Unterschenkelschaftbrüche.
Arch.f.Orth.u.Unfallchir. 47, 489 (1955)

43. Häbler, C.: Marknagelung nach Küntscher bei Schaftbrüchen der langen Röhrenknochen.
Verl. Urban u. Schwarzenberg, München - Berlin 1950

44. Häbler, C.: Indikation und Gegenindikation zur Marknagelung.
Hefte Unfallheilk. 45, 68 (1953)

45. Häuptli, O.: Unsere Erfahrungen mit der Cerclage der Unterschenkelfrakturen. Zschr. Unfallmed.u.Berufskrkh. 49, 147 (1956)

46. Hainzl, H.: Zur Behandlung von Schaftbrüchen der Unterarmknochen. Beitr. Orthop. 5, 113 (1958)

47. Hegemann, G.: In: Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre von M. Kirschner, Bd. I. Verl. J. Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1958

48. Heim, W.: Küntschernagelungen. Zbl. Chir. 72, Heft 12 a, 1512 (1947)

49. Heinemann, G.: Fortschritte der operativen Frakturbehandlung. Med. Welt 50, 2625 (1961)

50. Heinemann, G. und Küntscher, G.: Fortschritte der operativen Frakturbehandlung: Schlußwort. Med. Welt 44, 2346 (1962)

51. Hellner - Nissen - Vosschulte: Lehrbuch der Chirurgie. Verl. G. Thieme, Stuttgart 1964

52. Hohmann - Hackenbroch - Lindemann: Handbuch der Orthopädie, Bd. III u. IV. Verl. G. Thieme, Stuttgart 1959 u. 1961

53. Holdsworth, F.W.: Die konservative Behandlung der Schaftfrakturen von Tibia und Fibula. Schweiz. med. Wschr. 93, 272 (1963)

54. Holle - Sonntag: Grundriß der gesamten Chirurgie. Verl. J. Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1960

55. Janik, B.: Frakturen und Luxationen. Verl. W. d. Gruyter u. Co., Berlin 1953

56. Junge, H.: Über die Anzeigestellung zur Marknagelung in der Praxis des Allgemeinkrankenhauses. Zbl. Chir. 73, 1145 (1948)

57. Karitzky, B.: Zur Marknagelung von Frakturen der langen Röhrenknochen. Zbl. Chir. 77, 148 (1952)

58. Keil, H.R.: Ergebnisse der Behandlung offener und geschlossener Unterschenkelschaftbrüche. Zbl. Chir. 84, 142 (1959)

59. Kleber, J.: Konservative oder operative Behandlung geschlossener und offener Unterschenkelbrüche. Marburg 1959 Diss.

60. König, F.: Operative Chirurgie der Knochenbrüche, Bd. I. Verl. J. Springer, Berlin 1931

61. Kümmerle, F. und Lorenz, D.: Die Behandlung der Unterschenkelfraktur. Erfahrungen in der Behandlung von Unterschenkelbrüchen in den letzten 3 Jahren bei konservativer und operativer Behandlung. Dtsch. med. Wschr. 733 (1953)

62. Küntscher, G. und Maatz, R.:
Technik der Marknagelung.
Verl. G. Thieme, Leipzig 1945

63. Küntscher, G.: Über die Marknagelung der Tibiaschaftbrüche.
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 276, 217 (1953)

64. Küntscher, G.: 15 Jahre Marknagel.
Arch.klin.Chir. 282, 211 (1955)

65. Küntscher, G.: Die biologischen Gesetze der Knochenbruchheilung.
Chir. 32, 7, 312 (1961)

66. Küntscher, G.: Praxis der Marknagelung.
Verl. F. K. Schattauer, Stuttgart 1962

67. Küppermann, W.: Knochen statt Metall bei der Osteosynthese.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 91, 511 (1958)

68. Küppermann, W.: Zur Erstversorgung schwerer komplizierter Frakturen.
Hefte Unfallheilk. H. 66, 205 (1961)

69. Lange, M.: Orthopädisch-Chirurgische Operationslehre.
Verl. J.F. Bergmann, München 1962

70. Lauber, H.J. und Studemeister, A.:
Über die Behandlungsergebnisse komplizierter Frakturen.
Arch.Orthop.u.Unfallchir. 44, 135 (1950)

71. Lempert, H.: 100 Marknagelungen in 27 Krankenhäusern.
Hefte Unfallheilk. H. 40, 24 (1951)

72. Lexer - Rehn: Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie, Bd. 2. Verl. F. Enke, Stuttgart 1952

73. Lüdi, H., Willenegger, H. und Hase, O.: Behandlungsresultate von offenen Frakturen. Helv. chir. Acta 19, 269 (1952)

74. Maatz, R.: Ergebnisse der Marknagelung. Hefte Unfallheilk. H. 40, 1 (1951)

75. Magnus, G.: Indikation und Kontraindikationen in der Frakturbehandlung. Langenbeck's Arch.klin.Chir. 177, 265 (1933)

76. Mathisen, W. und Oksne, H.: Einige Gesichtspunkte zur Marknagelung in der Frakturbehandlung. Ref.Zorg.f.d.ges.Chir. 125, 137 (1952)

77. Matti, H.: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Verl. J. Springer, Berlin 1931

78. Matzen, P.: In: Handbuch der Orthopädie von Hohmann - Hackenbroch - Lindemann. Verl. G. Thieme, Stuttgart 1959

79. Merle R. d' Aubigné, Moreau, C.A., Gosset, J., Marret, G., Decoul, P.: Aktuelles aus orthopädischer und Wiederherstellungschirurgie - Symposium. Ref.Zorg.f.d.ges.Chir. 158, 117 (1960)

80. Mörl, F.: Lehrbuch der Unfallchirurgie. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1964

81. Müller, M.: Die sofortige Osteosynthese offener Frakturen.
Zschr.Unfallmed. u. Berufskrkh. 55, 240 (1962)

82. Müller, M.E., Allgöwer, M. und Willenegger, H.: Technik der operativen Frakturenbehandlung.
Verl. J. Springer, Berlin 1963

83. Neff, G.: Primäre Osteosynthese bei offenen Frakturen.
Helv. med. Acta 11, 515 (1944)

84. Neudel, G.: Über die Behandlung der kompletten Unterarmfraktur.
Beitr. Orthop. 10, 358 (1963)

85. Oberholzer, J.: Beitrag zur Behandlung der Querfraktur des Vorderarmes in Schaftmitte.
Helv. chir. Acta 13, 363 (1946)

86. Oberholzer, J.: Erfahrungen in der operativen Behandlung der Extremitätenfrakturen am Kantonspital St. Gallen von 1941 - 1946.
Schweiz. med. Wschr. 557 (1947)

87. Orator, V.: Chirurgische Unfallheilkunde, Bd. III.
Verl. J.A. Barth, München 1962

88. Ott, W.: Zur Behandlung offener Trümmerfrakturen des Unterschenkels mit ausgesprochener Weichteilverletzung.
Helv. chir. Acta 25, 3/6, 213 u. 496 (1958)

89. Ott, W.: Wann darf man einen Knochenbruch nicht, wann muß man ihn operieren? Zschr. f. Unfallmed. 54, 3, 200 (1961)

90. Ott, W.: Zur Behandlung offener Frakturen. Ther. Umschau 19, 437 (1962)

91. Peitsch, H.: Ergebnisse der Marknagelung bei Schaftfrakturen der langen Röhrenknochen. Mschr. Unfallheilk. 63, 412 (1959)

92. Rehm, J.: Beobachtungen bei der Verwendung von V2A-Stahldrähten zur Markschienung von Unterarmfrakturen. Chir. 9, 390 (1955)

93. Rieder, W. und Schuhmann, G.: Unsere Indikation zur Marknagelung der langen Röhrenknochen. Dtsch. Z. Chir. 257, 415 (1943)

94. Saegesser, M.: Spezielle Chirurgische Therapie. Verl. H. Huber, Bern u. Stuttgart 1963

95. Schäfer, R.: Zur Markschienung unstabiler Unterarmbrüche mit Kirschnerdrähten. Zbl. Chir. 82, 142 (1957)

96. Scheffler, H.: Beobachtungen und Ergebnisse bei einer fünfjährigen Frakturenbehandlung. Arch.Orth.u.Unfallchir. 24, 1926

97. Schink, W.: Indikationen zur operativen Knochenbruchbehandlung. Chir. Prax. 6, 359 (1962)

98. Schmitt, W.: Allgemeine Chirurgie. Verl. J.A. Barth, Leipzig 1963

99. Schreckenbach, G.: Für und wider die primäre Marknagelung offener Knochenbrüche.
Zbl. Chir. 88, 987 (1963)

100. Schumpelick, W. und Jantzen, P.M.:
Ergebnisse der Behandlung von Unterschenkelbrüchen mit der Drahtumschlingung.
Bruns Beitr. klin. Chir. 187, 129 (1953)

101. Schwarz, E.: Die Knochenbrüche und Verrenkungen und ihre Behandlung.
Verl. G. Fischer, Jena 1958

102. Seiffert, K.E. und Fiegler, Ch.:
Zur Behandlung der offenen Unterschenkelbrüche.
Bruns Beitr.klin.Chir. 207, 187 (1963)

103. Seyfarth, H.: Absolute und relative Operationsindikationen in der Frakturenbehandlung.
Medizinische 45, 2147 (1959)

104. Staudacher, F.X.: Die primäre Marknagelung offener Unterschenkelfrakturen.
Chir. Prax. 509 (1962)

105. Strahberger, E.: Über Unterarmschaftbrüche.
Wien. med. Wschr. 39/40, 665 (1950)

106. Stringa, G.: Ergebnisse konservativer Behandlung der Schaftbrüche von Oberarm, Unterarm, Oberschenkel und Unterschenkel.
Chir. Praxis 4, 461 (1957)

107. Talkenberger, A.: Konservative und operative Behandlung der komplizierten Knochenbrüche.
Chir. 14, 19 (1942)

108. Trojan, E.: Zur Osteosynthese der Schaftbrüche der Vorderarmknochen. Verh.dtsch.orthop.Ges. 469 (1958)

109. Uebermuth, H.: Spezielle Chirurgie. Verl. J.A. Barth, Leipzig 1964

110. Wachsmuth, W.: Die Operationen an den Extremitäten, Bd. I und II. Verl. J. Springer, Berlin - Göttingen, Heidelberg 1956

111. Wanke, R., Maatz, R., Junge, H. und Lentz, W.: Knochenbrüche und Verrenkungen. Verl. Urban u. Schwarzenberg, München - Berlin 1962

112. Weickhardt, H.J., Brückner, R. und Ruhland, S.: Erfahrungen in der Behandlung von Unterschenkelfrakturen. Zbl. Chir. 81, 1893 (1956)

113. Weygand, G.: Vorteile und Nachteile der Küntschernagelungen am allgemeinen Krankenhaus. Zbl. Chir. 78, 689 (1953)

114. Wheeler, J.E.: Treatment of tibial fractures by multiple medullary wire fixation. Zorg.f.d.g.Chir. 147, 375 (1957)

115. Willenegger, H.: Fragen der operativen Frakturenbehandlung. Langenbeck's Arch.klin.Chir. 276, 173 (1953)

116. Witt, A.N. und Mittelmeier, H.: In: Handbuch der Orthopädie von Hohmann-Hackenbroch-Lindemann. Verl. G. Thieme, Stuttgart 1959

117. Zrubecky, G. und Krotscheck, G.: Behandlungsergebnisse der frischen offenen Unterschenkelschaftbrüche. Verh.dtsch.orthop.Ges. 84, 191 (1954)

118. Zrubecky, G.: Die Markdrahtung, eine einfache Osteosynthese zur Versorgung von unstabilen Unterschenkelbrüchen. Klin. Med. 10, 537 (1955)

119. Zrubecky, G.: Bedeutung der Seitenverschiebung für die Wund- und Knochenbruchheilung beim offenen Unterschenkelbruch. Arch.Orth. u. Unfallchir. 47, 307 (1955)

120. Zrubecky, G.: Stellungnahme zur primären Osteosynthese bei frischen offenen Unterschenkelschaftbrüchen. Wien. klin. Wschr. 10, 42 (1955)

LEBENSLAUF

Am 4. August 1941 wurde ich als zweites Kind des Notariatsoberamtmanns Alfons Meier und seiner Ehefrau Anna, geb. Lindner, in Lohr am Main geboren.

Dort besuchte ich die Volksschule von 1947 bis 1951 und trat 1951 in das humanistische Gymnasium über. Nach dem Umzug unserer Familie nach München besuchte ich ab 1954 das Humanistische Maximiliansgymnasium, an dem ich mich 1960 der Reifeprüfung unterzog.

Von November 1960 bis Juli 1961 studierte ich 2 Semester Betriebswirtschaft an der Universität München.

Im Wintersemester 1961 nahm ich das Studium der Medizin an der Universität München auf und legte dort 1962 das Vorphysikum und nach dem 5. Studiensemester im Februar 1964 das Physikum ab. Im Dezember 1967 beendete ich das medizinische Studium mit dem Staatsexamen.